

Universidade de Vigo

Gestión de pesquerías mixtas
de la flota española
de aguas europeas atlánticas
no ibéricas



Tesis Doctoral
José Castro

UniversidadeVigo

**Gestión de pesquerías mixtas de la flota
española de aguas europeas atlánticas no
ibéricas**

memoria para optar al Grado de Doctor presentada por

José A. Castro Pampillón

Directores:

Dr. Graham John Pierce

y

Dr. José Manuel García Estévez

D. José Manuel García Estévez, Profesor Titular del Área de Parasitología del Departamento de Biología Funcional de Ciencias de la Salud de la Universidad de Vigo,

INFORMA:

Que el trabajo de investigación titulado "*Gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas*" que presenta el Licenciado en Ciencias del Mar y Biología **D. José Antonio Castro Pampillón** para optar al Grado de Doctor ha sido realizado bajo mi dirección y, hallándose concluido, autorizo su presentación a fin de que pueda ser juzgado por el Tribunal correspondiente.

Y para que así conste, firmo el presente informe en Vigo, a 15 de Marzo de 2011.

Fdo.: Dr. José Manuel García Estévez



School of Biological Sciences
Zoology Building
Tillydrone Avenue
Aberdeen AB24 2TZ
Scotland
United Kingdom
Tel: +44 (0) 1224 272861
Fax: +44 (0) 1224 272396
url:<http://www.abdn.ac.uk>

4/3/11

To whom it may concern:

I confirm that the PhD thesis entitled "*Gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas*" by **José Antonio Castro Pampillón** has been completed under my (co-)direction and that I authorize the submission of this work for consideration by the relevant Tribunal.

Yours faithfully,

Dr Graham John Pierce, Professor in Zoology at the School of Biological Sciences, University of Aberdeen

A mis padres

Agradecimientos

Prácticamente nada del trabajo desarrollado en esta tesis podría llevarse a cabo sin la disponibilidad de los diarios de pesca oficiales. Esto ha sido posible gracias a D^a María Concepción Sánchez Trujillano, Subdirectora General de Asuntos Pesqueros Comunitarios del MARM, y a D^a Pilar Pereda, Jefa del Área de Pesca del IEO. Por supuesto, también a los pescadores que han tenido la paciencia de cubrirlos al tiempo que faenaban en el mar.

También les quiero dar las gracias a mis directores de tesis. A José Manuel por su comprensión ante la evolución de un proyecto que comenzó tratando sobre parásitos del pez espada y acabó convirtiéndose en otro sobre gestión de pesquerías. A Graham por su paciencia con mi inglés, además de sus útiles consejos.

Son varios los compañeros de trabajo que han colaborado de una forma u otra en el desarrollo de esta memoria. Por parte del IEO: Manuel Marín, Antonio Punzón, Francisco Velasco, Gersom Costas, Nélida Pérez, Esther Abad, Armando Vázquez, Jaime Mejuto, Javier Pereiro, Carmen Fernández, Carmela Porteiro... En los grupos de expertos WGHMM y SGMIXMAN de ICES: Michel Bertignac (IFREMER), Manuela Azevedo (IPIMAR), Ernesto Jardim (IPIMAR), Colm Lordan (Marine Institute), Jean-Claude Mahe (IFREMER), Aisling Lannin (Marine Institute), Iñaki Quincoces (AZTI), Alberto Murta (IPIMAR)... Por parte del proyecto de investigación AFRAME: Marina Santurtún (AZTI), Dorleta García (AZTI), Clara Ulrich (DTU-Aqua), Ayoe Hoff (UCPH), Ane Iriondo (AZTI), Stephanie Mahévas (IFREMER), Alex Tidd (CEFAS)...

Aunque he intentado evitarlo, no siempre he sabido contener los sinsabores que el desarrollo de una tesis, como el de cualquier otro trabajo igualmente absorbente, acaba proyectando en el círculo de personas más próximas. De esto saben mucho Fernando, Hortensia, Juan, Ana, Carlos, Tala y Marisa, pero sobre todo, Loren.



Publicaciones y trabajos científicos del autor relacionados con el tema de Tesis

Artículos:

- Castro, J., Punzón, A., Pierce, G.J., Marín, M. y Abad, E. 2010. Identification of *métiers* of the Northern Spanish coastal bottom pair trawl fleet by using the partitioning method CLARA. *Fisheries Research*, 102: 184-190.
- Castro, J., Marín, M., Pierce, G.J. y Punzón, A. 2011. Identification of *métiers* of the Spanish set-longline fleet operating in non-Spanish European waters. *Fisheries Research*, 107: 100-111.
- Punzón, A., Hernández, C., Abad, E., Castro, J., Pérez, N. y Trujillo, V. 2011. Spanish otter trawl fisheries in the Cantabrian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1604-1616.

Libros:

- Castro, J., Marín, M., Costas, G., Abad, E., Punzón, A., Pereiro, J. y Vázquez, A. 2011. *ATLAS de las flotas de pesca españolas de aguas europeas atlánticas*. Temas de Oceanografía, nº 4. Instituto Español de Oceanografía. Ministerio de Ciencia e Innovación. 215 pp.

Documentos de trabajo:

- Abad, E., Punzón, A., Castro, J., Marín, M. y Silva, L. 2007. *Métiers* of the Northern Spanish coastal fleet using fixed gears. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Vigo (España), 8-17 de mayo de 2007. [ICES CM 2007/ACFM:21].
- Abad, E., Castro, J., Punzón, A. y Abaunza, P. 2008. *Métiers* of the northern Spanish coastal fleet using purse seine gears. Documento de Trabajo presentado al ICES WGWIDE, Copenhague (Dinamarca), 2-11 de septiembre de 2008. [ICES CM 2008/ACFM:13].
- Castro, J. 2008. Hierarchical classification in fleets, fisheries and *métiers* of the Spanish fleets operating in the non-Spanish EU Community waters. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Copenhague (Dinamarca), del 30 de abril al 6 de mayo de 2008. [ICES CM 2008/ACOM:07].
- Castro, J. y Punzón, A. 2005. Pelagic *métiers* of the Northern Spanish coastal bottom trawl fleet. Documento de Trabajo presentado al ICES WGMHSA, Vigo (España), 6-15 de septiembre de 2005. [ICES CM 2006/ACFM:08].
- Castro, J., Rasero, M. y Punzón, A. 2004. A preliminary identification of fisheries for the Spanish trawl fleets in the European Southern Shelf. Documento de Trabajo presentado al ICES SGDF, Ostende (Bélgica), 27-30 de enero de 2004. [ICES CM 2004/ACFM:11].
- Castro, J., Marín, M. y Punzón, A. 2006. Segmentation of the (IEO) Spanish fishery units operating in the EU community waters. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Bilbao (España), 9-18 de mayo de 2006. [ICES CM 2006/ACFM:29].
- Castro, J., Marín, M., Punzón, A., Abad, E., Silva, L., Santurtún, M. y Quincoces, I. 2007. *Métiers* of the Northern Spanish coastal bottom trawl fleet. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Vigo (España), 8-17 de mayo de 2007. [ICES CM 2007/ACFM:21].
- Castro, J., Cardador, F., Santurtún, M., Punzón, A., Quincoces, I., Silva, C., Duarte, R., Murta, A., Silva, L., Abad, E. y Marín, M. 2007. Proposal of fleet segmentation for the Spanish and Portuguese fleets operating in the Atlantic national waters. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Vigo (España), 8-17 de mayo de 2007. [ICES CM 2007/ACFM:21].
- Prellezo, R., Lazkano, I., Castro, J., Punzón, A., Santurtún, M., Iriondo, A. y Lucio, P. 2005. The use of catch profiles for defining the Spanish North Eastern Atlantic trawl fisheries. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Lisboa (Portugal), 10-19 de mayo de 2005. [ICES CM 2006/ACFM:01].

- Silva, L., Castro, J., Ramos, F. y Punzón, A. 2007. Identification of *métiers* in the Gulf of Cadiz Spanish purse-seine fishery (ICES Sub-division IXa South). Documento de Trabajo presentado al ICES WGMHSA, Copenhagen (Dinamarca), 4-13 de septiembre de 2007. [ICES CM 2007/ACFM:31].
- Silva, L., Castro, J., Punzón, A., Abad, E., Acosta, J.J. y Marín, M. 2007. *Metiers* of the Southern Atlantic Spanish bottom trawl fleet (Gulf of Cádiz). Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Vigo (España), 8-17 de mayo de 2007. [ICES CM 2007/ACFM:21].

Presentaciones y conferencias:

- Ulrich, C., Andersen, B.S., Hovgård, H., Sparre, P., Murta, A., García, D. y Castro, J. 2006. Fleet-based short-term advice in mixed fisheries - the F3 approach. Presentación realizada en el "ICES Symposium on Management Strategies: Case Studies of Innovation", Galway (Irlanda), 27-30 de junio de 2006.
- Ulrich, C., García, D., Andersen, B.S., Castro, J., Damalas, D., Frost, H., Goti, L., Hamon, K., HilleRisLambers, R., Hoff, A., Huse, I., Kvamme, C., Mahévas, S., Maravelias, C., Reeves, S.A. y Santurtún, M. 2009. Reconciling single-species management objectives in an integrated mixed-fisheries framework for avoiding overquota catches: Main outcomes of the FP6 AFRAME project. Presentación realizada en la "ICES Annual Science Conference", Berlin (Alemania), 21-25 de septiembre de 2009. [ICES CM 2009/M:08]

Proyectos de investigación:

Título: "Identification and Segmentation of Mixed-Species Fisheries Operating in the Atlantic Iberian Peninsula waters (IBERMIX)".

Entidad financiadora: Dirección General de Pesca. Comisión Europea.

Código: FISH/2004/03-33.

Duración: 2006-2007.

Investigador Principal: José Castro (IEO).

Centros de Investigación participantes: Instituto Español de Oceanografía (IEO), Arrantzuarekiko Zentro Teknologikoa eta Ikerketakoa (AZTI-Tecnalia) e Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas (INIAP/IPIMAR).

Informe: http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/studies/mixed-species_fisheries_in_atlantic_iberian_peninsula_waters_en.pdf

Título: "A framework for fleet and area based fisheries management (AFRAME)".

Entidad financiadora: Dirección General de Pesca. Comisión Europea.

Código: 6FP-44168.

Duración: 2007-2009.

Investigador Principal: Marina Santurtún (AZTI).

Centros de Investigación participantes: Arrantzuarekiko Zentro Teknologikoa eta Ikerketakoa (AZTI-Tecnalia), Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Technical University of Denmark (DTU), Fisheries Research Services (FRS), Hellenic Centre for Marine Research (HCMR), Aalborg University (AAU), Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Institute of Marine Research (IMR), Wageningen IMARES BV (IMARES), Københavns Universitet (UCPH) e Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Responsable IEO: José Castro.

RESUMEN

La gestión de los recursos pesqueros de la Unión Europea ha estado principalmente basada, desde los inicios de la Política Pesquera Común (PPC), en el establecimiento de Totales Admisibles de Captura (TAC) monoespecíficos, es decir en topes de captura individuales para cada especie o stock. Sin embargo, este sistema puede llegar a provocar grandes inconsistencias en la gestión de pesquerías mixtas donde diferentes especies son capturadas de forma simultánea por las mismas flotas, ya que facilita la práctica del descarte impidiendo la recuperación de algunos de los stocks más sensibles. Esta evidencia motivó el replanteamiento de algunos de los aspectos de la actual PPC implementada en 2002, lo que conllevó el desarrollo de nuevos enfoques también en su asesoramiento científico. No obstante, las profundas consecuencias de dichos cambios en el proceso de asesoramiento, desde el replanteamiento de programas de recopilación de datos pesqueros hasta el desarrollo de nuevas metodologías con las que modelar la complejidad de un sistema pesquero multi-stock y multi-flotas, han provocado que su aplicación directa a la gestión de los recursos pesqueros europeos haya sido particularmente lenta y complicada. Por ello, el objetivo principal de esta memoria es el planteamiento y realización del trabajo analítico necesario para aplicar el enfoque de gestión de pesquerías mixtas sobre la actividad de una de las flotas españolas de aguas europeas, en particular la que faena en aguas atlánticas no ibéricas. Así, los resultados obtenidos podrán servir de base al asesoramiento científico que tanto el Instituto Español de Oceanografía (IEO), a escala nacional, como el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES), a nivel europeo, proporcionan a la Comisión Europea, que es la institución encargada de proponer al Consejo y Parlamento Europeos las medidas de gestión de recursos pesqueros que deben cumplir las flotas de los Estados miembros.

Para alcanzar este objetivo, el trabajo ha sido estructurado en cuatro grandes bloques, cada uno de los cuales aborda aspectos fundamentales que proporcionan resultados finales en sí mismos, pero que, una vez integrados, permiten desarrollar un protocolo de análisis de gestión de pesquerías mixtas para el caso de estudio. Después de una introducción a los conceptos básicos de la gestión de pesquerías (**Sección 1**), así como las consecuencias que el replanteamiento de la actual PPC ha tenido en el actual contexto de gestión de los recursos pesqueros europeos, la **Sección 2** resume una pormenorizada revisión de las aportaciones de la comunidad científica en el campo del modelado de las pesquerías mixtas, así como la recensión y descripción de los métodos predictivos de gestión de pesquerías mixtas más relevantes. Tras una valoración comparativa en que se analizan las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, se procede a la selección del más apropiado para ser aplicado en el marco de la gestión pesquera europea, identificando al método Fcube como el que más fielmente permite integrar los objetivos de explotación sostenible de los recursos junto al cumplimiento del principio de estabilidad relativa, base del actual esquema de reparto de derechos de pesca entre Estados miembros.

La **Sección 3** presenta los resultados del análisis de la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas a través de sus propios diarios de pesca, a partir de los cuales es clasificada y ordenada en segmentos de flota acordes a los requerimientos tanto del método Fcube como de las directrices de la PPC. La caracterización de su actividad y

características técnicas es fundamental para captar la dinámica sobre la que poder fijar las vías de intercambio de esfuerzo en un análisis de gestión de pesquerías mixtas. No obstante, para poder establecer una mejor conexión entre los objetivos de conservación de los recursos y la sostenibilidad económico-social del sector pesquero se necesita la desagregación de la actividad pesquera en grupos homogéneos según su perfil de captura (*métiers*). Esta tarea, que puede resultar sencilla cuando se conoce la especie o grupo de especies objetivo de cada campaña pesquera, se complica cuando éstas no son expresamente registradas, como ocurre en los diarios de pesca oficiales de la Unión Europea. En estos casos resulta imprescindible recurrir a métodos más complejos para poder inferirlas, como es el uso combinado de métodos de análisis multivariante y programas de entrevistas a los pescadores, tal como se propone y desarrolla en la **Sección 4**.

Finalmente, empleando el método Fcube seleccionado en la Sección 2, y conforme a los segmentos de flota y *métiers* obtenidos en las Secciones 3 y 4, en la **Sección 5** se procede al análisis de gestión de pesquerías mixtas del caso de estudio. En cuanto a los stocks incluidos, esta misma sección abarca una completa revisión de la gestión de los stocks más relevantes para la flota de estudio, identificando aquellos que se encuentran sujetos a TAC de tipo analítico, esto es basado en evaluaciones científicas. De este modo, es posible obtener estimaciones de su biomasa (B) y mortalidades pesquera (F) y natural (M), parámetros poblaciones que el método Fcube requiriere para la parametrización de cada stock. Paralelamente, también se procede a la búsqueda de datos económicos con los que ampliar el enfoque biológico de estos análisis con los procesos de optimización económica del módulo FcubeEcon del método Fcube. A partir de estos datos se desarrollan una serie de escenarios basados en medidas de gestión vigentes, pero también otros de índole exploratoria con los que examinar la capacidad predictiva del método Fcube o anticipar las consecuencias de determinadas opciones de gestión. En este sentido, a los límites de captura (TAC) de los stocks incluidos en los análisis se añaden también medidas de gestión de esfuerzo o el establecimiento de zonas de veda.

Como conclusión general (**Sección 6**), se puede resumir que los resultados obtenidos han permitido, por un lado, ampliar el conocimiento sobre las interacciones técnicas de las pesquerías mixtas del caso de estudio, pero también perfeccionar aspectos de cálculo del método Fcube. Sin embargo, el objetivo de proporcionar un asesoramiento operativo a la gestión real de las pesquerías mixtas del caso de estudio no llega a alcanzarse debido a la ausencia generalizada de una base científica avalada en la gestión monoespecífica actual de sus principales stocks. Naturalmente, una vez quede subsanada esta deficiencia, la contribución del trabajo aquí presentado permitirá que el análisis de gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas pueda ser fácilmente integrado en el proceso rutinario de asesoramiento que instituciones nacionales e internacionales, como IEO o ICES, proporcionan a la Comisión Europea.

SUMMARY

The management of EU fishery resources has been mainly based on mono-specific “Total Allowable Catch” (TAC) since the implementation of the first “Common Fisheries Policy” (CFP), i.e. catch thresholds by stock. Nevertheless, this approach may lead to high inconsistencies in mixed-fisheries management where a number of species are simultaneously caught by the same fleets, because this system facilitates discarding practices which impair the recovery of sensitive stocks. This evidence led to re-evaluation of some of the basic aspects of the present CFP implemented in 2002, leading also to the development of new approaches in its scientific assessment. However, the deep consequences of these challenges in the advisory process, from the re-design of fishery data collection programmes to the development of novel methodologies to parameterize the complexity of a multi-stock multi-fleet fishery system, have led to a slow and complicated implementation of the fishery sampling and analysis programmes of most Member States. Therefore, the main focus of this Thesis is to plan and develop the analytical framework needed to apply the mixed-fisheries management approach to the activity of Spanish fleets in European waters, particularly the fleet operating in non-Spanish Atlantic waters. Thus, the results obtained may be used as a base for the scientific advice that either “Instituto Español de Oceanografía” (IEO), at the national level, or “International Council for the Exploration of the Sea” (ICES), at European level, provide to the European Commission to propose fishery management measures that the European Council and the European Parliament enforce in relation to the Member States’ fleets.

*In order to achieve this objective, this Thesis has been organized into four main blocks, each one involving essential aspects which provide final results themselves, but also, once they are linked, provide the building blocks to satisfactorily achieve this task. After the introduction of basic concepts related to fishery management (**Chapter 1**), as well as the consequences of the new CFP in the present context of European fishery management, **Chapter 2** provides a detailed review of the scientific community’s contributions in mixed-fishery modelling, including a list and description of the more relevant mixed-fisheries forecasting methods. A comparison of their analytical approaches facilitates the determination of advantages and disadvantages in order to identify the most suitable method to integrate the particular requirements of such a complex management system as the European system, where besides seeking the sustainable exploitation of fishery resources, the Relative Stability Principle, the basis of the present allocation system among Member States, needs also to be followed.*

***Chapter 3** shows the results of analyses of fishing activity by the Spanish fleet in non-Spanish Atlantic European waters by using data from their logbooks, in order to classify and organize the fleet into segments in accordance with both Fcube and CFP requirements. The knowledge of the activity and technical characteristics by fleet segment is basic to capture their spatial-temporal dynamics, based on which it is possible to set the mechanism for effort distribution. However, in order to better link the targets of fishery resources conservation and economic-social sustainability of the fishery sector, it is necessary to disaggregate the fishery activity into homogeneous groups according to their catch profile (métiers). This task, which can be simple when the target species are known, becomes particularly complicated when the target species are not registered in logbooks, as happens in the official European logbooks. In this case, it is necessary to make inferences by using more complex methods, such as the combined use of multivariate methods followed by interviews with skippers (**Chapter 4**).*

Finally, using the fleet segments from Chapter 3 and the métiers obtained in Chapter 4, the analyses of mixed-fisheries management of the case study fleets are carried out by applying the Fcube method selected in Chapter 2: **Chapter 5**. Regarding the stocks taken into account, this Chapter also includes an in-depth review of the case study stocks with analytical TAC, i.e. based on scientific assessments. Thus it is possible to obtain the biological parameters required by the Fcube method to parameterize each stock: biomass (B), fishery mortality (F), and natural mortality (M). Simultaneously, economic data are also obtained to broaden the biological approach with the economic optimization by the Fcube's module (FcubEcon). Finally, by using all these data, a number of management scenarios are explored, based on real or proposed exploratory management measures in order to test the capacity of Fcube and to anticipate the consequences of different management measures. Thus, the consequences of catch control measures (TAC) are analyzed jointly with effort-based and area-based management measures.

As general conclusion (**Chapter 6**), it can be concluded that the results obtained have served, on the one hand, to broaden our knowledge of technical interactions in the case study mixed-fisheries, and on the other hand, to improve some calculation processes within the Fcube method. Nevertheless, the main objective of providing operational mixed-fisheries assessments in the current context of the Spanish fleets in non-Spanish Atlantic European waters has not been completely achieved, because of the lack of an officially accepted scientific basis for management of most stocks. However, once this deficiency is repaired, this Thesis' contributions to knowledge of fleet dynamics for the case study will facilitate the integration of their mixed-fisheries management analyses into the standard assessment process developed by national and European institutes, such as IEO and ICES, in order to provide advice to the European Commission.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1. Introducción a la gestión de los recursos pesqueros	1
1.2. Nuevos retos en la gestión de los recursos pesqueros de la UE	3
1.3. Consecuencias en el asesoramiento científico	7
1.4. OBJETIVOS	9
BIBLIOGRAFÍA Sección 1	11
2. MODELADO DE PESQUERÍAS MIXTAS	13
2.1. INTRODUCCIÓN: Modelado de las interacciones técnicas en un sistema de pesquerías mixtas	13
2.1.1. Distribución del esfuerzo	14
2.1.2. Relación entre esfuerzo (E) y mortalidad pesquera (F)	15
2.1.3. Dinámica de flotas	16
2.2. REVISIÓN: Métodos de predicción para la gestión de pesquerías mixtas	18
2.2.1. Método EIAA	20
2.2.2. Método MTAC	21
2.2.3. Método SMP	22
2.2.4. Método Fcube	23
2.3. DISCUSIÓN: Selección de un método de predicción apropiado para la gestión de pesquerías mixtas de aguas comunitarias	25
2.4. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO: Algoritmo de los métodos Fcube y FcubeEcon	28
2.5. CONCLUSIONES: Planteamiento del caso de estudio	31
BIBLIOGRAFÍA Sección 2	35
3. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD PESQUERA DE LA FLOTA ESPAÑOLA DE AGUAS EUROPEAS ATLÁNTICAS NO IBÉRICAS	39
3.1. INTRODUCCIÓN	39
3.1.1. Contexto histórico y determinación de los derechos de pesca de la flota española en aguas europeas atlánticas no ibéricas	39
3.1.2. Ordenación de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas	42
3.1.3. Evolución de la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas hasta la actualidad	43
3.1.4. Clasificación de flota según las directrices del DCF	44
3.2. MATERIAL Y MÉTODOS	45
3.2.1. Base de datos	45
3.2.2. Clasificación de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas	47
3.2.3. Protocolo de exploración de los diarios de pesca	47
3.3. RESULTADOS	48
3.3.1. Modalidad de arrastre de aguas europeas atlánticas no ibéricas que utiliza arrastre de fondo con puertas (OTB50)	49
3.3.2. Modalidad de arrastre de aguas europeas atlánticas no ibéricas	54

que utiliza arrastre de fondo en pareja (PTB50)	
3.3.3. Modalidad de artes fijas de buques mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando palangre de fondo (LLS50)	58
3.3.4. Modalidad de artes fijas de buques mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando enmalle de fondo (GNS50)	62
3.3.5. Modalidad de artes fijas de buques menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando palangre de fondo (LLS60)	66
3.3.6. Modalidad de artes fijas de buques menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando enmalle de fondo (GNS60)	70
3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES: obtención de segmentos de flota	73
BIBLIOGRAFÍA Sección 3	76
4. IDENTIFICACIÓN DE MÉTIERS DE LA FLOTA ESPAÑOLA DE AGUAS EUROPEAS ATLÁNTICAS NO IBÉRICAS	79
4.1. INTRODUCCIÓN	79
4.2. MATERIAL Y MÉTODOS	82
4.2.1. Bases de datos	82
4.2.2. Métodos de análisis multivariante	83
4.2.3. Protocolo de identificación de <i>métiers</i>	85
4.2.4. Caracterización de <i>métiers</i>	88
4.3. RESULTADOS: Identificación de grupos homogéneos en la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas	89
4.3.1. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de arrastre de fondo con puertas de aguas europeas atlánticas no ibéricas (OTB50)	89
4.3.2. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de arrastre de fondo en pareja de aguas europeas atlánticas no ibéricas (PTB50)	96
4.3.3. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de palangre de fondo mayor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS50)	100
4.3.4. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de enmalle de fondo mayor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS50)	107
4.3.5. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de palangre de fondo menor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS60)	112
4.3.6. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de enmalle de fondo menor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS60)	118
4.4. DISCUSIÓN: determinación y caracterización de <i>métiers</i>	121
4.5. CONCLUSIONES: adaptación de los <i>métiers</i> de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas a la estructura jerarquizada de <i>métiers</i> DCF	133
BIBLIOGRAFÍA Sección 4	136

5. CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS DE GESTIÓN DE PESQUERÍAS MIXTAS DE LA FLOTA ESPAÑOLA DE AGUAS EUROPEAS ATLÁNTICAS NO IBÉRICAS	139
5.1. INTRODUCCIÓN	139
5.1.1. Base científica de la gestión de los stocks pesqueros de aguas occidentales de la Unión Europea relevantes para la flota española	142
5.1.2. Planteamiento de un análisis de gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas	146
5.2. MATERIAL Y MÉTODOS	148
5.2.1. Datos: parámetros de entrada	148
5.2.2. Metodología	151
5.2.3. Escenarios	153
5.3. RESULTADOS	156
5.3.1. Escenario COD	156
5.3.2. Escenario GNS	158
5.3.3. Escenario HKE	160
5.3.4. Escenario GFB	162
5.3.5. Escenario POR	165
5.3.6. Escenario RMS	167
5.4. DISCUSIÓN	169
5.4.1. Aspectos metodológicos	169
5.4.2. Particularidades del caso de estudio	172
5.4.3. Aplicabilidad en el proceso de gestión pesquera de la Unión Europea	178
5.5. CONCLUSIONES	180
BIBLIOGRAFÍA Sección 5	182
 6. CONCLUSIONES GENERALES	 187
 Glosario de especies	 191
Glosario de zonas ICES	193
Glosario de acrónimos	195
Encuesta de actividad pesquera	197

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Introducción a la gestión de los recursos pesqueros

La gestión de los recursos pesqueros surgió tras el descubrimiento de que éstos no eran inagotables. Algo que actualmente parece obvio, no lo fue hasta los primeros signos de agotamiento de algunas poblaciones pesqueras ocurridas a principios del pasado siglo (López, 2000). Hasta entonces se había sobrevalorado el carácter inagotable de los océanos, así como infravalorado el poder destructor de la actividad humana. Una vez asumida la vulnerabilidad de estos recursos naturales, la atención se centró en comprender las claves de la dinámica de sus ciclos de renovación. Ahí empezó la evaluación de la dinámica de las poblaciones de los animales marinos, estudiando su reproducción, reclutamiento, migraciones y mortalidad, tanto natural como pesquera. A partir de evaluaciones, más o menos acertadas, del estado de estas poblaciones se establecían los umbrales de ciertos parámetros de “salud” de la población que no debían ser traspasados. El modo y los medios que se emplean para mantener estos indicadores por debajo de sus umbrales de riesgo es lo que vino a denominarse “gestión de recursos pesqueros”, la cual puede ser definida del siguiente modo (FAO, 2002):

“El proceso integrado de recolección de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos y formulación y ejecución, así como imposición cuando sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos”.

La gestión pesquera es una ciencia compleja y multidisciplinar en la que no solo hay que tener en cuenta los aspectos biológicos, es decir el estado de las poblaciones, sino también aspectos ecológicos, económicos y sociales. Por este motivo, a menudo es imposible encontrar una única solución a la gestión, y una vez que el objetivo de la misma está claramente definido, puede suceder que lo complejo sea el modo en que este pueda ser alcanzado. En un intento de simplificar esta complejidad, se suele considerar la extracción pesquera como un sistema cerrado en que una población o poblaciones pesqueras están siendo explotadas por un único depredador: el hombre. Dentro de este marco, las medidas de gestión pueden ser ejercidas sobre aspectos cuantitativos o cualitativos (FAO, 2002). Dentro de los primeros podemos distinguir:

- Control sobre la captura (“*output control*”): establecimiento de umbrales de extracción mediante totales admisibles de captura” (TAC).
- Control sobre el esfuerzo de pesca (“*input control*”): restricción del número y/o tamaño de los barcos (control de la capacidad pesquera), limitación del tiempo de uso del permiso de pesca (control de la actividad pesquera), o una combinación de ambos, regulando capacidad y actividad (total admisible de esfuerzo: TAE).

Como aspectos cualitativos se entienden las limitaciones impuestas sobre el modo en que se ejerce la explotación pesquera, esto es las denominadas “medidas técnicas”, que son fundamentalmente de dos tipos:

- Limitación de las características del arte de pesca: generalmente encaminadas a evitar el impacto accidental sobre determinadas especies o estadios de desarrollo dentro de una misma especie, así como también sobre hábitats vulnerables.
- Limitación de acceso al área de pesca mediante vedas espacio-temporales: además de buscar la protección de determinadas especies o estadios de sus ciclos vitales, también pueden abarcar objetivos medioambientales o ecológicos.

De las medidas de gestión descritas, el establecimiento de límites sobre la extracción mediante TAC ha sido una de las más ampliamente aplicadas en la legislación internacional relativa a la gestión de los recursos pesqueros. Esto ha sido así, por una parte, por la conexión directa con lo que se quería proteger, es decir la biomasa y la productividad del recurso, así como por su facilidad de implementación, especialmente útil en pesquerías internacionales. Por esta razón, uno de los aspectos que más han preocupado en estos últimos años es la solidez de las bases para el cálculo de TAC, lo que ha provocado el establecimiento del denominado criterio de precaución en aquellos casos con falta de información científica adecuada (ONU, 1992; FAO, 1995). También en la Unión Europea (UE), desde la implementación de la primera Política Pesquera Común (PPC) en 1983, la conservación de los recursos marinos se ha apoyado básicamente sobre el establecimiento de máximos de captura anuales por stock (TAC) y, solo secundariamente, se han hecho acompañar de medidas técnicas. La estructura organizativa de la UE hizo mostrar otra ventaja del TAC dentro del contexto comunitario al facilitar su reparto en cuotas entre Estados miembros. Este aspecto es esencial en el planteamiento mismo de la UE, pues sus acuerdos fundacionales determinan explícitamente el modo de distribución de los recursos pesqueros mediante el denominado “principio de estabilidad relativa”. Este principio garantiza a cada Estado miembro un porcentaje específico del TAC de cada stock, el cual ya es establecido en los respectivos Tratados de Adhesión teniendo como base las capturas históricas de un período de referencia acordado (Holden, 1994).

1.2. Nuevos retos en la gestión de los recursos pesqueros de la UE

A pesar de la conveniencia del sistema de TAC en el contexto pesquero comunitario, el estado de sobreexplotación de varios recursos pesqueros gestionados de este modo ha puesto recientemente en cuestión su idoneidad. La base monoespecífica empleada en la evaluación del estado de los stocks fue generalmente aplicada de forma directa en la determinación de medidas de gestión, provocando numerosas inconsistencias en la explotación sostenible de las pesquerías mixtas, es decir, aquellas formadas por diferentes especies que son explotadas de forma simultánea por las mismas flotas. Esta evidencia provocó el replanteamiento interno de las bases de la propia PPC, llevando a la Comisión Europea a reconocer la eficiencia de las medidas de control del esfuerzo pesquero como alternativa o complemento a los TAC. Esto fue originalmente contemplado en el denominado “Libro Verde sobre el futuro de la PPC” de la Comisión Europea de 2001 (CCE, 2001a):

“Los TAC sólo pueden cumplir una función limitada en la gestión de aquellas pesquerías en las que, en cada operación de los aparejos, se capturan simultáneamente varias especies de peces (pesca mixta o multiespecífica)”....“En las aguas comunitarias predominan las pesquerías mixtas y, por lo tanto, puede que sea preferible gestionar grupos de poblaciones en pesquerías bien definidas. El establecimiento de un auténtico régimen de gestión del esfuerzo podría ser una de las formas de plantear la gestión multiespecífica”.

Esta y otras directrices confluyeron en la reforma de la PPC en 2002 (CCE, 2002), cuyos cambios principales se centraron en los siguientes aspectos: medidas de gestión plurianuales (moviéndose desde la gestión anual hacia un enfoque a largo plazo), nueva política de flotas (buscando la adecuación de la capacidad pesquera a las posibilidades de pesca), uniformidad entre sistemas de control nacionales (búsqueda de un aplicación más eficaz y equitativa de las normas) e implicación de las partes interesadas (integración del sector pesquero en el proceso de gestión). Todas estas nuevas líneas, en mayor o menor medida, requerían de una profunda revisión de las flotas comunitarias según sus características económico-administrativas y biológico-pesqueras, de modo que puedan ser fácilmente identificables y cuantificables a la hora de ser utilizadas como herramientas de gestión. Para ello, la Comisión Europea facilitó el desarrollo de talleres de trabajo internacionales en que expertos de los Estados miembros acordaron una estructura común que permitiera albergar la diferente naturaleza de la actividad pesquera de las flotas de cada Estado miembro al tiempo que pudieran ser adaptadas a los nuevos cambios (CCE, 2005; CCE, 2006). Estos cambios se materializaron en tres campos fundamentales: los planes de gestión de esfuerzo, el nuevo “marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero” y la creación de los Consejos Consultivos Regionales.

Planes de gestión de esfuerzo

Las restricciones de esfuerzo (días de mar) fueron originalmente introducidos en 2003 como suplemento del TAC en las áreas afectadas por el plan de recuperación del bacalao (CCE, 2004a), y su notificación pública fue desde entonces detallada en los Anexos IIA del reglamento anual que fija las posibilidades de pesca en aguas comunitarias (el más reciente: CCE, 2010). Desde entonces, se han introducido restricciones similares de esfuerzo en relación a la merluza sur y poblaciones ibéricas de cigala (Anexo IIB), el lenguado del canal de la Mancha (Anexo IIC) y el lanzón del mar del Norte (Anexo IID). La característica común de todos estos planes de gestión fue la creación de dos tipos de unidades de flota para ordenar la limitación del esfuerzo:

- “Grupos de arte”: definidos mediante la combinación del tipo de arte y el tamaño de malla. Permite estructurar la flota en estratos de reparto de esfuerzo.
- “Condición especial”: categoría formada por barcos exentos de la reducción de esfuerzo que les es exigida por defecto al resto de buques dentro de cada grupo de arte.

Desde el establecimiento de los primeros planes de gestión de esfuerzo, el Comité Científico, Técnico y Económico de la Pesca (CCTEP), que funciona como comité asesor de la Comisión Europea en materia de pesca, convocó una serie de reuniones de expertos para evaluar los efectos de estas regulaciones. Allí se comprobó que su análisis implicaba la compilación de extensas bases de datos de capturas y esfuerzos jerarquizadas bajo la estructura de “grupos de arte” y “condición especial” tal como era especificado en los respectivos Anexos II, y se comprobó que estos ejercicios resultaban enormemente difíciles y engorrosos, así como proclives a la producción de errores entre Estados miembros, debido fundamentalmente a la dificultad de cuantificación del esfuerzo ejercido dentro de cada uno de estos dos segmentos (CCTEP, 2007).

Marco comunitario de recopilación de datos pesqueros

Tras muchos años de mejora en sucesivos programas comunitarios de recopilación de datos, recientemente se ha implementado un nuevo marco para la recopilación de datos biológico-pesqueros y económicos particularmente basado en la utilización de grupos de actividad pesquera como estratos de muestreo (CCE, 2008a/b). Este programa marco, conocido por sus siglas en inglés “DCF¹”, proporciona una base común en la que poder integrar los diferentes programas nacionales de muestreo. Para ello, establece dos tipos de unidades flota, uno como base del muestreo de datos económicos y el otro como base del muestreo de datos biológicos. Esto representa el

¹ “Data Collection Framework”

principal cambio comparado con el programa anterior (CCE, 2001b), el cual solamente requería la recopilación de datos biológicos a nivel de stock, mientras que los datos económicos eran recogidos al nivel de unos segmentos de flota mucho más vastos. La segmentación de flota en estratos recogida en el DCF responde a la siguiente estructura:

- “Segmento de flota”: grupo de barcos de la misma categoría de eslora total (conocido por sus siglas en inglés: “LOA²”) y arte de pesca predominante a lo largo del año. Determina un estrato de información económica con el objetivo de proporcionar estimaciones de costes y rentabilidad.
- “Métier”: grupo de operaciones de pesca dirigidas a la misma especie o grupo de especies, usando un arte similar, durante el mismo período del año y/o dentro de la misma área y caracterizado por un patrón de explotación similar. Determina el estrato de información biológica con el objetivo de proporcionar parámetros de crecimiento y madurez sexual de las especies objetivo.

Las definiciones de estos *métiers* han sido iniciados durante dos talleres paneuropeos (CCE, 2005; CCE, 2006) y han alcanzado un extenso debate en la comunidad científica (CCTEP, 2007). Entre otras, una cuestión clave ha resultado la inclusión de las especies objetivo como criterio de definición. Aunque significativa, esta inclusión es sin embargo particularmente problemática, ya que su registro no es obligatorio en los diarios de pesca comunitarios y por tanto no es declarado directamente por los patrones de pesca. En estos casos, las especies objetivo deben ser estimadas externamente mediante el análisis posterior de la captura desembarcada, complicando la obtención de bases de datos adecuadas.

Consejos Consultivos Regionales de Pesca

Además de las dos aproximaciones de la UE a la gestión basada en flotas vistas anteriormente, hay una tercera que, si bien de forma indirecta, también tiene relación con la necesidad de un conocimiento más profundo de la actividad pesquera realizada por las diferentes flotas europeas. Se trata de la creación de los Consejos Consultivos Regionales (CCR), fruto de las medidas que la Comisión Europea ha tomado a lo largo de estos años para intensificar el diálogo con el sector pesquero y las demás partes interesadas. La reforma de la PPC de 2002 integraba estos CCR dentro de la estructura comunitaria de asesoramiento en materia de pesca junto a los ya existentes Comité Científico, Técnico y Económico de Pesca (CCTEP) y Comité Consultivo de Pesca y Acuicultura (CCPA). Los CCR fueron concebidos como foros para la integración del sector pesquero en el proceso de gestión y toma de decisiones. En ellos, representantes del sector pesquero y de otros grupos interesados afectados por la PPC pueden discutir las medidas de gestión vigentes, ser consultados por la Comisión Europea acerca de

² “Length Overall”

nuevas propuestas y proponer nuevas medidas como complemento a los puntos de vista científico y político. Para su más ágil funcionamiento, fueron organizados a escala regional, diferenciando cinco zonas geográficas y dos foros más para las poblaciones pelágicas y la flota de altura (CCE, 2004b):

- Mar Báltico.
- Mar Mediterráneo.
- Mar del Norte.
- Aguas noroccidentales.
- Aguas suroccidentales.
- Poblaciones pelágicas: caballa, jurel, bacaladilla y arenque.
- Flotas de altura/larga distancia.

La perspectiva sectorial recogida en estos CCR acentúa la necesidad de consensuar una clasificación jerarquizada de las flotas, donde la articulación propia del sector (flotas, asociaciones, puertos...) pueda también ser tomada en cuenta en los foros científicos a la hora de aplicar, o simplemente diseminar de un modo más transparente, los resultados de las evaluaciones biológicas.

1.3. Consecuencias en el asesoramiento científico

Hace ya años que no solo las instituciones administrativas comunitarias, sino también la comunidad científica, han reconocido que los objetivos del sistema de gestión mediante TACs son generalmente inalcanzables en pesquerías mixtas. El fallo al reconocer las limitaciones en la gestión de pesquerías mixtas puede tener efectos altamente negativos (Pope, 1979): el derroche de descartes al mar de especies cuya cuota anual ya haya sido excedida pero es capturada junto a otras especies no prohibidas, descargas fraudulentas (tanto en términos de cantidades como de composición de especies) y el fracaso en la consecución de un rendimiento óptimo biológico o económico para una o más especies del sistema. Por tanto, el sistema de gestión monoespecífico puede producir inconsistencias entre la explotación de los stocks, desequilibrios entre recursos y la capacidad de la flota, así como una seria carencia en su relación con el enfoque ecosistémico.

El reto fundamental en la gestión de una pesquería mixta es el de integrar de forma coherente y apropiada las medidas de gestión que requieren los diferentes stocks que la componen. Ante una pesquería mixta compuesta por stocks entre los cuales se halla alguno en un estado especialmente vulnerable a la explotación, el asesoramiento podría priorizar su protección y proponer el cierre completo de la pesquería. Esto ocurría con el denominado “*weak stock management*” que se utilizó en la costa oeste de EEUU, en el mar de Bering norteamericano y en el Golfo de Alaska, para proteger al fletán del Pacífico (*Hippoglossus stenolepis*, Schmidt, 1904) y a los mamíferos marinos, respectivamente (FAO, 2002). Otra opción, utilizada en este caso por la Comisión Internacional para las Pesquerías del Atlántico Noroeste (actual NAFO³), fue el sistema denominado “*two-tier*” en el que se establecían rebajas predeterminadas en los niveles de explotación (Brown *et al.*, 1979). Éste proporcionaba cuotas totales un 15-20% menor que la suma de los TAC individuales, con la intención de llegar a un compromiso entre la mortalidad por *by-catch* (captura accidental de especies no objetivo) y la recuperación de algunos stocks (Anthony y Murawski, 1986).

Por supuesto, este tipo de medidas provoca pérdidas en las oportunidades de pesca de stocks saludables, al tiempo que el grado de conservación no queda claro pues no se basa en un modelo detallado que describa el modo en que el esfuerzo pesquero participa en la mortalidad pesquera específica de cada stock dentro del sistema multiflota de una pesquería mixta (Spencer *et al.*, 2002). Por ello, en la Unión Europea, cuando la PPC, basada en TAC desde su origen en 1983, dio un giro explícito hacia el control del esfuerzo pesquero para la gestión de pesquerías mixtas en su reforma de 2002, una de las principales preocupaciones fue la de encontrar el modo de integrar

³ “North Atlantic Fisheries Organization”

estos cambios en todo el proceso de la gestión pesquera, desde el asesoramiento científico hasta su legislación y seguimiento (Peñas, 2007). El modo en que las medidas de conservación de un stock vulnerable deban limitar las posibilidades de pesca de otros más saludables es crucial a la hora de optimizar la explotación dentro de niveles de precaución, por ello su cuantificación requiere de métodos o modelos específicos.

Desde el principio, el propósito del modelado de pesquerías ha sido asistir a la solución del problema biológico, económico y social del uso ineficiente de los recursos pesqueros. Al igual que otras líneas científicas prácticas, el modelado de pesquerías ha sufrido una rápida evolución en el siglo pasado (Arnason, 2007), dando lugar al desarrollo de un elevado número de modelos matemáticos con los que intentar parametrizar los diferentes componentes de un sistema tan complejo como el pesquero. No obstante, hasta hace poco no se había fomentado el desarrollo de modelos operativos que pudieran resolver el conflictivo pronóstico de gestión para diferentes especies que son explotadas dentro de una misma pesquería, al tiempo que facilitara un asesoramiento rutinario acorde a la naturaleza mixta del sistema. Desde entonces, la mayoría de los métodos analíticos específicamente diseñados para proporcionar asesoramiento a la gestión de pesquerías mixtas han sido desarrollados en un contexto europeo, probablemente como consecuencia de la preocupación de la propia Comisión Europea respecto a este tema. Sin embargo, el carácter multidisciplinar y experimental de estos avances ha reducido su ámbito a foros institucionales de diferentes organismos con limitado acceso para el resto de la comunidad científica, lo que hace necesaria una revisión integrada de los mismos en profundidad.

1.4. OBJETIVOS

El reciente giro de la PPC hacia la utilización de medidas de control de esfuerzo en la gestión de las pesquerías comunitarias hace necesaria una profundización en el conocimiento científico de las mismas. Por una parte, tal como se ha visto, la estructuración de las flotas según su actividad pesquera resulta fundamental a la hora de abordar la gestión racional de los stocks capturados simultáneamente en pesquerías mixtas. Por otra, el reto científico derivado de este nuevo enfoque en la gestión ha provocado el desarrollo de metodologías específicas pero de desigual aplicación práctica. Es por lo anteriormente expuesto, que la presente tesis se centrará en el estudio de las metodologías desarrolladas hasta la fecha en el campo del análisis de la gestión de pesquerías mixtas, así como en su aplicación práctica sobre aquellas de mayor interés para la flota española, en particular las de aguas europeas atlánticas no ibéricas. Para ello, se han establecido las siguientes líneas de trabajo:

*Búsqueda de una **metodología** apropiada para realizar análisis de gestión de pesquerías mixtas*

Paralelamente al interés de la Comisión Europea en la gestión pesquera basada en flotas y regímenes de control de esfuerzo, la comunidad científica ha mostrado un creciente interés en el desarrollo de nuevas metodologías que faciliten la integración de la compleja parametrización de los sistemas pesqueros multiflotas y multiespecies. El objetivo es realizar un estudio pormenorizado de las metodologías existentes y evaluarlas para poder así seleccionar la más adecuada para ser aplicada a la gestión de las pesquerías mixtas explotadas por las flotas europeas. Esta tarea es desarrollada en la Sección 2.

*Análisis de la actividad de las **flotas** españolas de aguas europeas atlánticas no ibéricas*

Se escoge como caso de estudio el de la flota española que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas. Hasta ahora, el conocimiento sobre su actividad pesquera se ha basado fundamentalmente en programas de muestreo con niveles de representatividad no siempre suficientemente contrastados. Por primera vez, el análisis de los diarios de pesca cubiertos por la propia flota permitirá tener alcance al total de su actividad pesquera, permitiendo estimaciones de su esfuerzo total, así como el mapeado de la distribución geográfica del mismo. Al mismo tiempo, el conocimiento de las características técnicas de los barcos permite clasificarlos en segmentos de flota conformes a su dinámica de distribución del esfuerzo (Sección 3).

*Identificación de grupos homogéneos de actividad pesquera o **métiers***

Los *métiers* definidos bajo el actual DCF han supuesto un avance extraordinario en la actualización de la desagregación de la actividad de las flotas de aguas europeas atlánticas. No obstante, su muy reciente implementación ha provocado que los *métiers* de algunos Estados miembros, como en el caso de la flota española de aguas europeas

atlánticas no ibéricas, hayan sido determinados sobre aspectos principalmente cualitativos y descriptivos, más basados en el conocimiento histórico de su actividad que en consideraciones objetivas y actualizadas. El acceso a diarios de pesca recientes sobre los que aplicar metodologías estadísticas de tipo multivariante permitirá obtener una segmentación específica de gran nivel de detalle, la cual podrá servir de base a una estructura jerarquizada adecuada al nuevo contexto comunitario de gestión pesquera (Sección 4).

Aplicación al caso de estudio

El método o métodos seleccionados en la Sección 2 serán aplicados al caso de estudio, es decir a la estructura jerarquizada de segmentos de flota y *métiers* de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas obtenidos en las Secciones 3 y 4, respectivamente. Para contextualizar unos escenarios de aplicación realistas, se procederá a una revisión exhaustiva del conocimiento científico sobre el que se fundamenta la gestión actual de las principales especies objetivo, así como también de las medidas y políticas de gestión actualmente en vigor en la zona de estudio. Los resultados de los análisis de gestión de pesquerías mixtas del caso de estudio proporcionarán un contexto de aplicación práctica sobre el que poder valorar más apropiadamente las ventajas o inconvenientes de este nuevo enfoque de gestión, así como el modo en que está siendo abordado científicamente (Sección 5).

BIBLIOGRAFÍA Sección 1

- Anthony, V.C. y Murawski, S.A. 1986. Managing multispecies fisheries with catch quota regulations – the ICNAF experience. *ICES Cooperative Research report*, 139: 42-57.
- Arnason, R. 2007 Advances in Fisheries Modelling. XVIIIth biannual EAFE conference, Reykjavik, July 9-11 2007.
- Brown, B.E., Brennan, J.A. y Palmer, J.E. 1979. Linear programming simulations of the effects of bycatch on the management of mixed species fisheries off the north-eastern United States. *Fishery Bulletin*, US, 76: 851-860.
- CCE. 1988. Directiva 88/361/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1988, para la aplicación del artículo 67 del Tratado, en el que se establece el principio de la liberalización completa de los movimientos de capitales entre los Estados miembros. DO L178 de 08.07.1988, p. 5-18.
- CCE. 2001a. Libro Verde sobre el futuro de la Política Pesquera Común. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas, 20.03.2001 COM (2001) 135 final. 45 pp.
- CCE. 2001b. Reglamento (CE) N° 1639/2001 de la Comisión, de 25 de julio de 2001, relativo al establecimiento de los programas comunitarios para la recopilación de datos del sector pesquero y que determina las normas detalladas para la aplicación del reglamento del Consejo (CE) N° 1543/2000. DO L 222 de 17.08.2001, p. 53.
- CCE. 2002. Reglamento (CE) No 2371/2002 del Consejo de 20 de diciembre de 2002 sobre la conservación y la explotación sostenible de los recursos pesqueros en virtud de la Política Pesquera Común. DO L358 de 31.12.2002, p. 59.
- CCE. 2004a. Reglamento (CE) No 423/2004 del Consejo de 26 de febrero de 2004 por el que se establecen medidas para la recuperación de poblaciones de bacalao. DO L70 de 09.03.2004, p. 8.
- CCE. 2004b. Decisión del Consejo de 19 de julio de 2004 por la que se crean consejos consultivos regionales en virtud de la política pesquera común (2004/585/CE). DO L 256 de 03.08.2004, p. 17.
- CCE. 2005. Commission Staff Working Paper: Report of the Ad Hoc Meeting of Independent Experts on Fleet-Fishery based Sampling, Nantes (France), 23–27 May 2005. 34 pp.
- CCE. 2006. Commission Staff Working Paper: Report of the Ad Hoc Meeting of Independent Experts on Fleet-Fishery based Sampling, Nantes (France), 12–16 June 2006. 98 pp.
- CCE. 2008a. Reglamento (CE) N° 199/2008 del Consejo de 25 de febrero de 2008 relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común. DO L 60 de 05.03.2008, p. 1.
- CCE. 2008b. Decisión de la Comisión de 6 de noviembre de 2008 adoptando un programa Comunitario plurianual de conformidad al reglamento del Consejo (CE) N° 199/2008 por el que se establece el marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común (2008/949/EC). DO L346 de 23.12.2008, p. 37.
- CCE. 2010. Reglamento (UE) No 23/2010 del Consejo de 14 de enero de 2010 por el que se establecen, para 2010, las posibilidades de pesca para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas de la UE y, en el caso de los buques de la UE, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas y se modifican los Reglamentos (CE) n° 1359/2008, (CE) n° 754/2009, (CE) n° 1226/2009 y (CE) n° 1287/2009. DO L21 de 26.01.2010, p. 1.
- CCTEP. 2007a. STECF/SGRST-07-02 and SGRST-07-04: Working Group report on assessment of fishing effort regime, Lisbon, 21-25 June 2007, Ispra, 24-28 September 2007, 282 pp.
- FAO. 1995. Código FAO de conducta para una pesca responsable. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1995. 46 pp.
- FAO. 2002. *Guía del administrador pesquero: Medidas de ordenación y su aplicación*. FAO Documento Técnico de Pesca 424. Cochrane, K.L. (ed.). Roma, 2002. 231p.
- Holden, M. 1994. *The Common Fishery Policy. Origin, Evaluation and Future*. Fishing News Books. 274 pp.
- López, E.C. 2000. *Manual de Política Pesqueira*. Xunta de Galicia. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura: 525 pp.
- ONU. 1992. Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo de 1992. Cumbre de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil, junio de 1992.
- Penas, E. 2007. The fishery conservation policy of the European Union after 2002: towards long-term sustainability. *ICES Journal of Marine Science*, 64(4): 588-595.
- Pope, J.G. 1979. Stock assessment in multispecies fisheries, with special reference to the trawl fishery in the Gulf of Thailand. FAO South China Sea Fisheries development and Coordination Program. SCS/DEV/79/19:106 p.
- Spencer, P.D., Wildebuer, T.K. y Zhang, C.I. 2002. A mixed-species yield model for eastern Bering Sea shelf flatfish fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59:291-302.

2. MODELADO DE PESQUERÍAS MIXTAS

2.1. INTRODUCCIÓN: Modelado de las interacciones técnicas en un sistema de pesquerías mixtas

El primer paso en el modelado de un sistema multiflotas-multispecies es determinar la naturaleza de los componentes de interacción que se generan entre las diferentes partes de un sistema tan complejo. Estos componentes de interacción pueden ser resumidos del siguiente modo (Mesnil y Shepherd, 1990; Sparre y Venema, 1995):

- Interacciones biológicas: aquellas que ocurren entre stocks o entre individuos de un mismo stock, causados principalmente por predación y competencia alimentaria.
- Interacciones técnicas: Las consecuencias de la captura simultánea de varias especies por el uso de artes poco selectivos, lo que se produce cuando distintas flotas capturan proporciones diferentes de varias especies. La pesca sobre un stock produce mortalidad pesquera sobre otro, tanto en el caso de pesquerías mixtas como en el de pesquerías más dirigidas pero con altos niveles de *by-catch*.
- Interacciones económicas y sociales: hace referencia a la competencia entre flotas, de modo que cuanto mayor es la captura de una flota sobre un recurso limitado menores serán las posibilidades de sus competidores.

Las interacciones biológicas son tratadas en modelos de evaluación multiespecies, algunos de los cuales no son más que extensiones de los tradicionales modelos monoespecíficos y monoflotas en los que se incluyen parámetros naturales tales como la predación (Livingston y Methot, 1998; Hollowed *et al.*, 2000). Aparte de estas aproximaciones básicas, nos encontramos, en un gradiente creciente de complejidad, con los denominados modelos "*Minimum Realistic*", restringidos a un limitado número de especies con importantes interacciones, y los conocidos como modelos "*Whole Ecosystem*" y "*Dynamics System*", donde se intenta tener en cuenta el mayor número de niveles tróficos o condiciones oceanográficas (Plagányi, 2007; ICES, 2007).

Por otro lado, dentro de las interacciones técnicas puede distinguirse entre competencia por el espacio, cuando las unidades pesqueras están explotando diferentes stocks en el mismo caladero (Boncoeur *et al.*, 1998; Rijnsdorp *et al.*, 2000), o competencia por el recurso, cuando las unidades pesqueras están explotando el mismo stock independientemente del caladero (Ulrich *et al.*, 2001). El tercer tipo de interacciones, las económicas y sociales, están íntimamente relacionadas con las interacciones técnicas, porque cuando las flotas compiten, bien sea por el espacio o por los recursos, sus respectivos ingresos entran también en competencia.

En general, el modelado de las interacciones biológicas requiere la recolección de datos bajo programas de muestreo específicos generalmente costosos, mientras que, en

comparación, los datos requeridos para el modelado de las interacciones técnicas tiende a ser simple, asequible y más fácil de definir, recoger y analizar (Hilborn y Walters, 1987). Además, también suele proporcionar indicadores más fáciles de aplicar a la gestión de pesquerías, ya que pueden ser parcialmente controlados por el hombre (Jacobson y Cadrin, 2007).

2.1.1. Distribución del esfuerzo

La problemática de las pesquerías mixtas tan solo puede ser tratada a través del asesoramiento basado en flotas en lugar del asesoramiento tradicional basado en stocks (CCTEP, 2003; Vinther *et al.*, 2004). La parametrización básica de un sistema mixto multiflotas hace uso de la aditividad de la tasa de mortalidad pesquera entre flotas mediante la relación entre el esfuerzo y la capturabilidad:

$$F_s = \sum_j \alpha * q_{s,j} * E_j^\beta$$

donde E_j es el esfuerzo estandarizado ejercido por la flota j ($j= 1,2,3,...,J$), $q_{s,j}$ es el coeficiente de capturabilidad para la especie o stock s en la flota j y F_s corresponde a la tasa de mortalidad pesquera instantánea sobre el stock s debido a todas las flotas J . Por su parte, el parámetro α representa la posibilidad teórica de incluir cualquier factor con información extra (por ejemplo, factores de ponderación con los que penalizar unas estrategias de pesca sobre otras o con los que dar prioridad a la protección de un stock sobre otro), mientras que β describe la relación entre el esfuerzo y la mortalidad por pesca, siendo lineal cuando $\beta=1$. El objetivo de esta ecuación es un reparto apropiado del esfuerzo entre las J flotas, sujeto a las restricciones de las tasas de mortalidad por pesca cuando deben mantenerse a ciertos niveles predefinidos para alguna especie en particular.

Murawski y Finn (1986) propusieron la opción más simple de la ecuación anterior, sin la ayuda de factores extra ($\alpha=1$) y asumiendo una relación lineal entre esfuerzo y capturabilidad ($\beta=1$). Con ella investigaron la distribución óptima del esfuerzo entre seis diferentes pesquerías de arrastre mixto de Georges Bank, con el objetivo de alcanzar determinados umbrales de F por stock. Para solucionar el problema de cálculo derivado de repartir el esfuerzo entre flotas, estos autores recurrieron a un algoritmo de optimización de programación lineal (Taha, 1978). Sin embargo, el proceso de minimización asociado resultó especialmente sensible a algunos parámetros de entrada, produciendo en ocasiones resultados incongruentes, como la completa anulación de determinadas pesquerías, lo que, según Shepherd y Garrod (1982), indica que este tipo de formulación no llega a integrar toda la inercia sustancial del sistema que caracterizan los problemas reales de distribución.

Estos problemas de minimización pueden verse reducidos reformulando el algoritmo de distribución del esfuerzo mediante la inclusión de factores que ayuden a describir mejor la relación entre los componentes de un sistema de pesquerías mixtas. Tales factores pueden ser usados para parametrizar la dinámica de los stocks (factores biológicos y conservacionistas) o de las flotas (factores económicos y sociales). En términos de la sostenibilidad del stock, los factores de ponderación pueden dirigirse a la prevención de la sobrepesca de crecimiento, mediante la fijación de tasas de mortalidad pesquera que maximicen el rendimiento por recluta, o bien la sobrepesca de reclutamiento, mediante la minimización de este parámetro. Otros enfoques incluyen factores de selectividad que representan una parte de F dependiente de la edad que es aplicada a la cohorte (Spencer *et al.*, 2002), factores de conservación derivados de prioridades de gestión explícitamente fijados para cada stock (Vinther *et al.*, 2004) u objetivos de calidad ecológica mediante la aplicación de tasas entre índices precautorios y el tamaño real de la población (Räzt *et al.*, 2007). Naturalmente, algunas de estas reformulaciones no evitan completamente el problema de cálculo, debiendo recurrir de nuevo a procesos de optimización en algunos subalgoritmos, no pudiendo evitar del todo los resultados ilógicos.

Los criterios económicos pueden ser integrados bajo una variedad de factores, tales como el valor económico de las especies capturadas o la minimización de los costes operacionales (por ejemplo, stocks localizados lejos de puerto que requieren mayores costes variables en su explotación). Por otra parte, los factores sociales podrían fijar una cantidad mínima de esfuerzo en determinadas pesquerías como porcentaje del esfuerzo total (por ejemplo, protegiendo las flotas de pesquerías artesanales).

2.1.2. Relación entre esfuerzo (E) y mortalidad pesquera (F)

Marchal *et al.* (2006) consideran que una estimación óptima de la relación entre el esfuerzo pesquero (E) y la mortalidad pesquera (F) es fundamental a la hora de consensuar objetivos y estrategias de gestión, así como la comprensión de las relaciones entre herramientas de gestión y la actividad de las flotas. Una asunción común subyacente en la mayoría de métodos basados en flotas es que F es directamente proporcional a E mediante la aplicación de una capturabilidad constante, lo que implica que todas las flotas mantienen prácticas pesqueras constantes de un año a otro.

Con respecto a este punto, un prerrequisito necesario para el modelado de pesquerías mixtas ha sido encontrar una relación apropiada entre unidades de pesca y sus diferentes actividades pesqueras. Un paso esencial en este sentido ha sido el desarrollo del concepto “*métier*” a finales de los años 80, definido como “práctica pesquera homogénea (stocks/artes/periodo/área) dentro de la cual los patrones de pesca multiespecies pueden ser considerados constantes” (Biseau y Gondeaux, 1988; Laurec *et al.*, 1991). Más tarde, ICES decidió buscar el consenso internacional estableciendo un grupo de expertos donde el sistema de pesquerías mixtas fue fijado mediante la

definición de tres tipos básicos de unidad pesquera: flota, pesquería y *métier* (ICES, 2003a). Tal como ya fue apuntado en la Sección 1, estos conceptos han sido recientemente incorporados al marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (CCE, 2008a/b) diferenciando entre “segmento de flota” y “*métier*”. El primero, que sirve como estrato de muestreo para datos económicos, agrupa barcos con el mismo rango de eslora y tipo de arte, mientras que el *métier* es considerado como un grupo de operaciones de pesca homogéneas que debe ser empleado como unidad de muestreo biológico.

Por tanto, la clasificación de flota viene directamente derivada de las características físicas de los barcos; sin embargo, los *métiers* deben reflejar la intencionalidad de la actividad pesquera. Por supuesto, esta no siempre puede ser observada directamente y necesita ser inferida retrospectivamente mediante el examen de los perfiles de captura resultantes de cada marea. Marchal (2008) distingue entre tres métodos diferentes para identificar *métiers*: directos (“*input-based methods*”), indirectos (“*output-based methods*”) y mixtos. Los métodos directos hacen uso de registros existentes sobre las características técnicas de las mareas, los cuales pueden estar directamente disponibles en los diarios de pesca cubiertos por la flota o requerir ser recopilados mediante entrevistas directas a los patrones. Los métodos indirectos asumen que los perfiles de captura reflejan perfectamente la intencionalidad de pesca, siendo el sistema más simple de selección de mareas el establecimiento de umbrales en la proporción de captura de determinadas especies o stocks. Otro modo de mayor objetividad consiste en el análisis multivariante de los perfiles de captura, para así agrupar mareas de similar perfil de captura en el mismo *métier*. Los métodos mixtos categorizan los *métiers* mediante la clusterización de perfiles de captura (outputs), que son posteriormente relacionados con características técnicas de las mareas (inputs).

2.1.3. Dinámica de flotas

Una vez que las interacciones técnicas del sistema pesquero son apropiadamente modeladas para capturar la relación entre esfuerzo y mortalidad pesquera, los métodos de gestión de pesquerías mixtas pueden ser ampliados mediante el modelado de la evolución del propio sistema pesquero bajo circunstancias cambiantes. La relación jerárquica entre flotas y pesquerías/*métiers* puede cambiar dependiendo del comportamiento de los pescadores bajo determinadas contingencias.

Hilborn (1985) clasificó diferentes tipos de comportamiento pesquero con el objeto de integrarlos como opciones en un modelo dinámico. Los cambios en el comportamiento de los pescadores han sido analizados en numerosos estudios bajo diferentes aspectos: variaciones en la distribución espacial del esfuerzo (Rijnsdorp *et al.* 2000), elección del *métier* (Holley y Marchal, 2004; Ulrich y Andersen, 2004) o prácticas de descarte (Stratoudakis *et al.*, 1998). Marchal *et al.* (2006) distinguen entre dos tipos principales de componentes internos dentro de la dinámica de flotas: estrategia pesquera (desarrollo tecnológico debido al cambio de los medios físicos de producción) y la adaptación

táctica (el modo en que estos medios son usados en la explotación de los stocks objetivo).

Un gran número de estudios han examinado los diferentes factores que podrían influenciar las decisiones de los pescadores: su percepción de la densidad del stock (Allen y McGlade 1986, Hutton *et al.* 2004), reglamentos de gestión (Marchal *et al.* 2002), competencia entre barcos (Rijnsdorp *et al.*, 2000) y beneficios económicos (Laurec *et al.*, 1991; Holley y Marchal, 2004). No obstante, algunos autores piensan que, dada la naturaleza heterogénea de las flotas pesqueras y la complejidad del comportamiento de los barcos, los modelos marginalistas tradicionales no se ajustan apropiadamente a la movilidad de las flotas. La flexibilidad de los pescadores para adaptar su actividad a los cambios del recurso, las medidas de gestión o las condiciones de mercado conlleva a que estas prácticas pesqueras no sean fácilmente capturadas por un simple multiplicador de *F*. Laløe y Samba (1991) observaron que los cambios en el patrón de explotación mixta podían ser consecuencia de las elecciones tácticas de los pescadores, así que diseñaron un modelo de simulación para la exploración del comportamiento de las flotas entre tácticas pesqueras. Ward y Sutinen (1994) diseñan un modelo de elección discreto para predecir la probabilidad de que un barco entre, salga o permanezca en una determinada pesquería recurriendo a un criterio de maximización de beneficios. Más tarde, Holland y Sutinen (1999) consideraron un modelo de versatilidad aleatoria “*random utility model*” (RUM) para elección de caladero individualizado por barco. La predicción de la elección del caladero y el grupo de especies objetivo, incluyendo tanto tasas de ingresos retroactivos como el comportamiento desarrollado en el pasado, fue también usado por Hutton *et al.* (2004) y Pradhan y Leung (2004). Marchal *et al.* (2006) calculan un sistema de índices de tácticas y estrategias pesqueras que reflejan distintas características del comportamiento de los pescadores, distinguiendo entre tradicional (versus exploratorio), estacionario (versus móvil) y aleatorio (versus agregativo).

Desde el punto de vista de la gestión, debe ser tenido en cuenta que la predicción del comportamiento de los pescadores podría ser simplificado en escenarios más limitados, como ocurre cuando los propios pescadores están integrados en los procesos de decisión sobre medidas de gestión. Los resultados de estudios de cumplimiento han mostrado que los pescadores son más proclives a cumplir con reglamentos que consideran justificados, lo que se ve facilitado mediante su propia implicación en el sistema, aumentando su percepción respecto a los beneficios derivados de medidas conservacionistas (Reeves *et al.*, 2008).

2.2. REVISIÓN: Métodos de predicción para la gestión de pesquerías mixtas

Tal como se ha visto, la gestión basada en flotas debería resultar una herramienta efectiva para controlar la mortalidad por pesca a niveles sostenibles en el caso de pesquerías mixtas, para evitar altas tasas de descarte y desembarcos fraudulentos (Shepherd, 2001). Un enfoque de pesquerías mixtas exitoso debería ser consistente en relación a los tres aspectos desarrollados en la sección anterior. Primero, un método así debe proporcionar un modelado apropiado de las interacciones técnicas existentes en una pesquería mixta. Luego, facilitar el empleo de datos desagregados en los diferentes niveles de unidades pesqueras que conforman el sistema pesquero. Finalmente, para poder ser aplicado a pesquerías reales y dinámicas, debe incluir la posibilidad de predecir el comportamiento de las flotas.

Desde el principio, el propósito del modelado de pesquerías ha sido asistir a la solución del problema biológico, económico y social del uso ineficiente de los recursos pesqueros. Como otras líneas científicas prácticas, el modelado de pesquerías ha sufrido una rápida evolución en el siglo pasado (Arnason, 2007). Los primeros acercamientos, completamente centrados en los componentes biológicos del sistema, empezaron a ser desarrollados al principio del siglo pasado, mientras que las primeras funciones de rendimiento económico empezaron a experimentarse en los años 50. Los primeros métodos en que se integraban ambos componentes pesqueros emergieron en la década de los 60 y todavía son el centro de un campo de gran actividad. Ya en los años 80, la necesidad de seleccionar/diseñar la “mejor” gestión pesquera teniendo en cuenta funciones de respuesta humana condujeron a los modelos de gestión.

Existe una gran variedad de modelos de gestión basados en flotas que han sido desarrollados a lo largo de las últimas dos décadas. En función del objetivo buscado, éstos pueden ser clasificados en dos tipos fundamentales. Por un lado, los modelos de simulación exploran el modo en que las interacciones técnicas evolucionan como consecuencia de los cambios en el sistema pesquero (“*what-if models*”); por otra parte, los modelos de predicción tienen su principal objetivo en el asesoramiento a los gestores y representantes institucionales (“*what-best models*”). Los modelos de simulación están principalmente diseñados para evaluar potenciales escenarios de gestión, mientras que los métodos de predicción trabajan bajo particulares simulaciones a corto plazo con el objetivo fundamental de proporcionar predicciones cuantitativas concretas para el próximo año.

En general, los modelos de simulación desarrollados hasta la fecha no han contemplado la distribución dinámica del esfuerzo (Murawski, 1984; Pikitch, 1987; Mesnil y Shepherd, 1990; Walters *et al.*, 1999) o la estructura espacial del sistema (Laløe y Samba, 1991; Laurec *et al.*, 1991; Sparre y William, 1993). En este sentido, una interesante aportación la proporcionó el modelo ISIS-Fish (Mahévas y Pelletier, 2004), permitiendo cuantificar el impacto de medidas de gestión mediante un modelado de pesquerías mixtas sobre una estructura espacialmente explícita, lo que la hace

particularmente útil en la evaluación de áreas marinas protegidas. Una importante debilidad de muchos de estos modelos se debe a su difícil generalización, por haber sido desarrollados para determinadas pesquerías en particular (Allen y McGlade, 1986; Walters *et al.*, 1999; Holland, 2000). Sin embargo, un aspecto que no se ha descuidado ha sido la inclusión de parámetros económicos, favoreciendo el desarrollo de diversos modelos bioeconómicos de simulación, los cuales ya han sido descritos detalladamente en revisiones anteriores (Prellezo *et al.*, 2009).

A pesar de que aquí interesan los métodos predictivos, de entre los modelos de simulación conviene destacar algunos aspectos del software FLR (*"Fisheries Library in R"*) (Kell *et al.*, 2007; Hillary, 2009), pues permitirán entender mejor ciertas consideraciones que serán tratadas más adelante. FLR no es realmente un modelo, sino más bien un programa de simulación que permite crear modelos para evaluar estrategias de gestión (MSE¹) de modo que, dependiendo de los parámetros considerados, la simulación y evaluación de las consecuencias biológicas, económicas y sociales de un rango de opciones políticas pueden ser testadas sobre una escala espaciotemporal. La herramienta MSE comprende un modelo operativo que simula el sistema que debe ser gestionado y un procedimiento de gestión que modela cualquier medida de gestión que vaya a ser aplicada. Una de las más interesantes ventajas de la herramienta FLR es su flexibilidad, principalmente debida a que está programado en lenguaje R. Éste permite al usuario ajustar programas orientados a objetos para sus propios propósitos específicos que pueden ser rodados con todos los niveles de complejidad según el grado de detalle de los datos de entrada, es decir que puede ser informado, adaptado o modificado en cualquier parte del proceso.

La simulación bioeconómica proporciona una herramienta muy útil para entender un sistema de pesquerías mixtas. Sin embargo, su alta demanda de datos y computacional, además de sus objetivos más generales y abstractos, puede resultar una desventaja cuando lo que se requiere es un asesoramiento de predicción simple. Para estos casos, existe la necesidad de desarrollar métodos que puedan resolver el conflictivo pronóstico de gestión para diferentes especies que son explotadas dentro de la misma pesquería, de modo que se facilite un asesoramiento rutinario de acuerdo con la naturaleza mixta de la pesquería. La mayoría de los métodos predictivos de gestión de pesquerías mixtas han sido desarrollados en un contexto europeo, probablemente como consecuencia de la especial preocupación de la Comisión Europea respecto a las pesquerías mixtas. Éstos han sido desarrollados por grupos de expertos de ICES y CCTEP, así como por los equipos de diferentes proyectos científicos europeos. Sin embargo, sus respectivas contribuciones, en general de limitado acceso, todavía no han sido recogidas en una revisión completa como la que sigue a continuación.

¹ *"Management Strategy Evaluation"*

2.2.1. Método EIAA

El método EIAA (*"Economic Interpretation of ACFM Advice"*) fue originalmente desarrollado en 1999 como parte de la acción concertada *"Promotion of Common Methods for Economic Assessment of EU Fisheries, 1998-2000"* (FAIR PL97-3541) como un modelo de simulación multispecies-multiflotas centrado en las consecuencias económicas del asesoramiento biológico dado por ICES a la Comisión Europea (Salz y Frost, 2001). De todo su desarrollo matemático, particularmente centrado en el enfoque económico, es el módulo de distribución del esfuerzo su contribución más interesante al modelado de las interacciones técnicas. En este método, el esfuerzo es estimado mediante una función de producción inversa Cobb-Douglas donde se relacionan los componentes biológico y económico. El comportamiento de los pescadores en términos de distribución del esfuerzo es entonces interpretado mediante un "coeficiente de actividad" ($A_{s,j}$), que es una función que integra los cambios de mercado, de volumen de captura y de la capacidad reproductora de las especies capturadas (EAFE-AC, 2002):

$$A_{s,j} = \sum_s \left(\frac{P_{s,j,y}}{\sum_s P_{s,j,y+1}} * \left(\frac{L_{s,j,y}}{L_{s,j,y+1}} \right)^{(\chi)} * \left(\frac{SSB_{s,y}}{SSB_{s,y+1}} \right)^{(-\beta)} \right)$$

Donde P es el valor económico del desembarco, L es el desembarco en peso y SSB es la biomasa del stock reproductor. Respecto a los subíndices, y se refiere al año en curso, $y+1$ al año de predicción, s al stock y j a la flota. Los exponentes χ y β especifican la flexibilidad de las flotas, la cual puede ser estimada a partir de datos históricos. El parámetro P capta los incentivos de redistribuir el esfuerzo como una función del cambio de los precios. Por su parte, los desembarcos se ven afectados por el desarrollo tecnológico, diferenciando si el pescado es fácilmente manejado ($\chi=0$) o requiere de un proceso más engorroso, en que χ incrementa. Finalmente, la SSB capta el efecto de la abundancia del stock sobre la actividad, que puede ser desde nulo ($\beta=0$) a total ($\beta=1$).

La primera versión del método EIAA sobreestimaba los desembarcos y el esfuerzo cuando se empleaban restricciones basadas en el esfuerzo (TAE) en lugar de TAC. Por tanto, recientemente se ha desarrollado una versión extendida con un módulo de optimización de esfuerzo que permite emplear restricciones de días de mar como base anual (Frost *et al.*, 2009). Para calcular los desembarcos en un sistema de restricción de esfuerzo se requiere información de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de cada stock. La CPUE es expresada como una función de SSB y los cambios del esfuerzo relativos al período base. Para regímenes de control de esfuerzo, los días de mar (SD) están sujetos a decisiones exógenas mediante decisiones políticas, de modo que la cuestión pasa por maximizar el rendimiento total (TR) del siguiente modo:

$$\max TR_{j,y} = \left(\sum_s P_{s,j,y} * CPUE_{s,j,y} * SD_{j,y} \right)$$

Alternativamente, un procedimiento de optimización puede ser aplicado para encontrar el número de días de mar que minimiza la suma de las diferencias entre desembarcos y cuota. El método EIAA ha sido usado para evaluar las repercusiones económicas de las distribuciones de TAC/cuota entre Estados miembros y flotas de la UE en grupos de trabajo económicos del CCTEP desde mediados de la pasada década (CCTEP, 2004a).

2.2.2. Método MTAC

El método MTAC (*'Mixed-species TAC evaluation'*) proporciona una predicción determinista a corto plazo basada en pesquerías (Vinther *et al.*, 2004). Esta metodología emplea el TAC monoespecífico de cada uno de los stocks que forman parte de la pesquería para obtener una distribución consistente de las capturas, empleando para ello la desagregación de las capturas por flota en combinación con determinadas prioridades de gestión explícitamente fijadas para cada stock. La predicción final integrada es obtenida mediante el uso de un factor de esfuerzo de flota (fac), el cual viene comprendido por tres factores:

$$fac_j = \sum_f g_{s,j} * \Theta_s * \partial F_{s,j}$$

Donde $g_{s,j}$ es un factor “objetivo de flota” que describe la importancia relativa en peso del stock s para la flota j , Θ_s es un factor de ponderación que representa la importancia del criterio de conservación para cada stock y $\partial F_{s,j}$ es un factor de modificación de esfuerzo que aplica sobre la flota j las medidas de gestión del stock s . El problema de ponderar los diversos factores de modificación de esfuerzo calculados para cada stock hace que el algoritmo deba recurrir a cálculos de programación lineal. Aunque con el objeto de reducir los problemas de cálculo generados por esta técnica, la minimización es aquí solo usada para estimar un factor de escala, en lugar de toda la función objetivo al completo. El cambio relativo de la F parcial de cada flota es entonces definido como:

$$\partial F_{s,j} = 1 - \min(\alpha_s * p_{s,j}, 1)$$

Donde α_s es un factor de escala aplicado a todas las flotas que capturan el stock s y $p_{s,j}$ representa el modo de distribución del esfuerzo total entre flotas con el objetivo de alcanzar el cambio en F deseado para el stock s . El valor de $p_{s,j}$ puede ser suministrado externamente como reflejo de consideraciones políticas, tales como los efectos del ecosistema sobre la pesca por el uso de un arte en particular, pero también puede ser estimado a partir de la composición específica de cada flota. Aplicando $\partial F_{s,j}$ como único componente de fac_j , sin los otros dos factores de ponderación ($g_{s,j}$ y Θ_s), se llega a una única solución. Naturalmente, esto solo podría ocurrir cuando las decisiones de

gestión sobre una pesquería mixta vienen determinadas por las necesidades de conservación de un único stock.

El método MTAC fue presentado al “ICES Study Group on the Development of Fishery-based Forecasts (SGDFF)” (ICES, 2003a), donde fue recomendado para ser testado en los grupos de evaluación de ICES con datos reales (ICES, 2003b; ICES, 2004). Simultáneamente, este método estuvo siendo usado en los grupos de expertos en pesquerías mixtas del CCTEP con el objetivo de alcanzar predicciones reales (CCTEP, 2002; 2003; 2004b; 2005).

2.2.3. Método SMP

El método SMP (“Short-term multi-species/fleets stock and catch projections”) representa las interacciones técnicas de un sistema de pesquerías mixtas mediante las mortalidades pesqueras parciales relativas ($Fpar$) (Rätz, 2003), las cuales vienen determinadas a partir de la F total y las contribuciones proporcionales de cada flota a la captura total (Rijnsdorp *et al.*, 2006). Entonces, la distribución del esfuerzo es modelada mediante el uso de factores de esfuerzo específicos de flota, los cuales vienen ponderados por el criterio de conservación de cada especie. En su más reciente versión, este “factor de ponderación conservativo” es parametrizado mediante la biomasa de precaución (Bpa) y el tamaño de la biomasa reproductora (SSB) (Rätz *et al.*, 2007):

$$Efac_j = \frac{\sum_s 1/(Fpar_{s,j} * SSB_s / Bpa_s)}{\sum_j \sum_s 1/(Fpar_{s,j} * SSB_s / Bpa_s)}$$

La tasa SSB/Bpa es empleada como un objetivo de calidad ecológico, cuyos altos valores indican el completo potencial reproductor del stock. Al considerar stocks con riesgo de ver reducida su capacidad reproductiva, se promociona el uso de artes selectivos y se penalizan los no selectivos. Una vez que el factor de esfuerzo específico de flota ha sido calculado, éste es aplicado en simulaciones a medio plazo asumiendo, para todos los stocks, funciones stock-reclutamiento tipo Ricker. Este enfoque a medio plazo intenta explorar el proceso de decisión anual de acuerdo con planes de gestión plurianuales, simulando el comportamiento operacional y las consecuencias de las medidas de gestión.

El método SMP fue originalmente presentado en su versión a “corto-plazo” al respectivo Grupo de Expertos de ICES (ICES, 2003a). Sin embargo, no ha sido nunca testado con datos pesqueros reales en ninguno de ellos, así como tampoco en los celebrados bajo el amparo del CCTEP.

2.2.4. Método Fcube

El método Fcube (*"Fleet and Fisheries Forecast"*; Ulrich *et al.*, 2006, 2009) ha sido extraído de un modelo más general de simulación bioeconómica, denominado TEMAS (Ulrich *et al.*, 2007, Sparre, 2008), con la intención de desarrollar una herramienta independiente susceptible de ser usada en asesoramiento a la gestión. Este modelo fue concebido como un enfoque nuevo a los problemas del descarte, los desembarcos ilegales y la infrautilización de cuotas inherentes a la gestión de pesquerías mixtas basada en evaluaciones monoespecíficas y cuotas. El principio del modelo es considerar al barco como unidad básica y tener en cuenta todas sus mareas dentro del año, recuperando el planteamiento de Laurec *et al.* (1991). Las mareas son así agregadas en categorías homogéneas (*métiers*) en función del perfil de captura y descriptores de arte. Los barcos son agregados en flotas homogéneas, cuyos patrones de actividad medios vienen determinados por el porcentaje de esfuerzo invertido en cada *métier*. Por su parte, los *métiers* son relacionados con los stocks (especies objetivo y descarte) a través de matrices de capturabilidad. Ambas matrices, de actividad (por flota y *métier*) y capturabilidad (por *métier* y stock), pueden ser estimadas a partir de datos rutinarios de capturas y esfuerzos y estimaciones de F . El modelo predice los niveles de esfuerzo por flota a partir de la capturabilidad y la distribución de esfuerzo por *métier*, así como las predicciones de TAC y F por stock.

Esto implica que en lugar de un único incentivo (por ejemplo, una cuota monoespecífica), las flotas pueden responder a un abanico de diferentes incentivos, así en lugar de una única acción (por ejemplo, parar la actividad) pueden plantearse un mayor rango de respuestas diferentes. El modelo Fcube usa la dinámica de las flotas descrita por la matriz de actividad flota-*métier* para estimar una capturabilidad de predicción: la "verdadera" capturabilidad depende del *métier* practicado, de modo que la capturabilidad resultante por flota varía con el tiempo empleado en cada *métier*. La capturabilidad de una flota es así igual a la capturabilidad media por *métier* ponderada mediante la proporción de esfuerzo dedicada por la flota a cada *métier*:

$$q_{j,s,y+1} = \sum_m \bar{q}_{j,m,s,y} * P(E_{j,m,y+1})$$

Entonces el objetivo de gestión por stock (por ejemplo, F_{pa}) es convertido en esfuerzo de predicción por flota. Este esfuerzo "stock-dependiente" corresponde a cierta mortalidad pesquera parcial sobre un stock dado, independientemente del resto de actividades (*métiers*) de la flota. Finalmente, el esfuerzo resultante debe ser seleccionado (opción de gestión) entre los esfuerzos derivados de aplicar el TAC de cada stock. La mortalidad pesquera total objetivo para cada stock (F_s) es primero dividida entre segmentos de flota (mortalidades de pesca parciales) a través de coeficientes de mortalidad pesquera relativa por flota, los cuales son derivados del reparto de cuotas (Q). Las mortalidades pesqueras parciales son posteriormente usadas para estimar el esfuerzo de flota "stock-dependiente".

$$E_{j,s,y+1} = F_{j,s,y+1} / q_{j,s,y+1} = \frac{F_{s,y+1} * Q_{j,s}}{q_{j,s,y+1}}$$

Es improbable que el esfuerzo correspondiente a cada TAC monoespecífico sea el mismo entre stocks, de modo que el esfuerzo resultante debe ser seleccionado entre diferentes posibilidades. Bajo el actual régimen de gestión los pescadores continúan pescando hasta agotar la última cuota (máximo F “stock-dependiente”). Sin embargo, los cambios en los regímenes de gestión podrían por ejemplo establecer un mismo nivel de explotación para todos los stocks igual o inferior al objetivo de gestión, de modo que las flotas deberán fijar su esfuerzo al mínimo entre stocks.

El método Fcube fue presentado al “ICES Workshop on Simple Mixed Fisheries Management Models (WKMIXMAN)” (ICES, 2006a), donde fue recomendado para ser testado en los grupos de evaluación con datos reales (ICES, 2006b, 2006c). El éxito de estas exploraciones animó al ICES a establecer un grupo de trabajo específico para aplicar el método Fcube a los stocks del mar del Norte: “Workshop on Mixed Fisheries Advice for the North Sea (WKMIXFISH)” (ICES, 2009, 2010). Al mismo tiempo, la profundización en su desarrollo metodológico fue llevada a cabo a través del proyecto de investigación europeo AFRAME (EU-FP6-044168), donde, entre otros aspectos, su algoritmo fue implementado dentro del programa FLR y ampliado con el módulo económico “FcubEcon” (Hoff *et al.*, 2010). Este módulo parte de las capturas resultantes del algoritmo original del modelo Fcube, pero luego basa la distribución del esfuerzo en la optimización de beneficios (valor de la captura menos costes) de las flotas involucradas. A partir de la inclusión de estas nuevas ecuaciones, el mecanismo de distribución de esfuerzo entre *métiers* operado mediante el algoritmo Fcube puede ser enriquecido con cálculos de optimización económica.

2.3. DISCUSIÓN: Selección de un método de predicción apropiado para la gestión de pesquerías mixtas de aguas comunitarias

Actualmente, es innegable la urgente necesidad de solventar los problemas de las pesquerías mixtas en el proceso rutinario de gestión para ser consistente con los principios de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo de 2002 (ONU, 2002). Una de las principales demandas operativas de los modelos de predicción basados en flotas es la obtención de un TAC multiespecies conforme al Enfoque Precautorio. Los primeros pasos en el desarrollo de metodologías específicas condujeron a modelos cuya priorización en el reparto de las posibilidades de captura llevaba en ocasiones a la violación de los principios de precaución. En relación con esto, los factores de ponderación del método MTAC resultan altamente sensibles a las mortalidades de pesca parciales y otros datos de entrada utilizados, llegando a proporcionar predicciones de niveles de biomasa reproductora (SSB) inferiores a la biomasa de precaución (Bpa), así como mortalidades por pesca (F) superiores a la tasa de mortalidad precautoria (Fpa) (Kraak, 2004).

Otra preocupación relacionada con el mecanismo de funcionamiento de estos métodos en un contexto europeo está directamente relacionada con la distribución de TAC entre Estados miembros, ya que éste debe respetar la proporción de distribución establecida por el principio de estabilidad relativa. La incapacidad del método MTAC a la hora de abordar este aspecto es otro de los principales hándicaps de su aplicación operativa en la gestión de las pesquerías mixtas europeas (Kraak, 2004). Algo similar ocurre con el método SMP, el cual al incorporar explícitamente el enfoque precautorio como constante también conduce a una violación de este principio (ICES, 2006a). Sin embargo, la distribución de TAC europeos no es un problema para los métodos EIAA y $Fcube$, los cuales utilizan los desembarcos observados, calculados a partir del reparto de cuotas, en su algoritmo de reparto, reflejando así las rígidas reglas del principio de estabilidad relativa y los procesos nacionales de distribución de cuotas entre flotas.

Sin embargo, a pesar de haber resuelto los problemas de cálculo de la capturabilidad de su primera versión (Oostenbrugge *et al* 2007) mediante la incorporación de restricciones de esfuerzo en su nueva versión, el método EIAA todavía presenta la limitación de trabajar a nivel de flota sin diferenciar sus respectivas “actividades pesqueras”. Tal como se ha dicho en secciones anteriores, este concepto es un componente esencial del nuevo programa europeo de recolección de datos pesqueros (DCF), replanteado a partir de la reforma de la PPC de 2002. Esta nueva reglamentación requiere la desagregación de los datos económicos en “segmentos de flota” y los datos biológicos en segmentos de actividad pesquera o “*métier*”. Este programa, recientemente establecido en 2009, proporcionará datos biológicos, técnicos y económico-sociales por segmento de flota y *métier* en un futuro inmediato. Por tanto, la selección de una metodología apropiada para el asesoramiento a la gestión de pesquerías mixtas deberá priorizar su capacidad para manejar esta nueva estructura de

información. Afortunadamente, el método Fcube recoge explícitamente ambos conceptos en su algoritmo de un modo natural.

Otro aspecto novedoso de las recientes políticas pesqueras comunitarias es la utilización, con una frecuencia cada vez mayor en diferentes planes de gestión, de limitaciones directas del esfuerzo sobre unidades de pesca específicas como medidas complementarias al establecimiento de TAC monoespecíficos. En relación a este aspecto, el método Fcube se muestra como una herramienta altamente flexible a la hora de combinar en un mismo análisis medidas de gestión directas basadas en limitaciones a la extracción (TAC) y la presión pesquera (TAE).

Por otro lado, mientras las tasas de mortalidad pesquera y capturabilidad son explícitamente incluidos en el método Fcube, el algoritmo del método EIAA solo usa esfuerzos y desembarcos. El método Fcube simplifica el proceso de pesquerías mixtas mediante la desagregación de diferentes actividades pesqueras en una dinámica flota-*métier*, haciendo uso así de la capturabilidad (q) más que de la composición de captura. Por tanto, la criticada asunción de linealidad de otras metodologías es reformulada mediante la descomposición de esa relación en una serie de segmentos lineales (*métiers*). Así el método Fcube evita la necesidad de recurrir a complicados algoritmos de minimización o factores de ponderación subjetivos, los cuales pueden producir soluciones irreales, mediante la parametrización de la distribución del esfuerzo desde la matriz de actividad flota-*métier*.

Obviamente, el método EIAA presenta la ventaja de incluir parámetros económicos en su proceso de predicción. Sin embargo, la reciente extensión económica de Fcube con el módulo FcubeEcon basa su predicción sobre la combinación de consideraciones de optimización económica dentro de los potenciales de explotación de las flotas, al igual que el método EIAA, y las consideraciones de conservación del algoritmo original de Fcube. Con respecto al empleo del módulo FcubeEcon, sus resultados pueden ser interesantes para complementar la visión del sistema que puede ofrecer el método Fcube, pues amplía el set de escenarios incluyendo otras opciones de gestión. No obstante, tal como se ha visto en el funcionamiento de otros modelos descritos, el proceso de optimización puede conducir a la violación del rígido sistema europeo de reparto de cuotas bajo el principio de estabilidad relativa, limitando su uso a escenarios principalmente exploratorios. Por ejemplo, la inviolabilidad de este principio dejaría de ser un problema en un sistema de gestión basado en cuotas individuales transferibles (ITQ²), donde un mercado libre de transferencia de cuotas permitiría un comportamiento de maximización de beneficios entre los pescadores, así como de minimización de costes de pesca. Esta ampliación de miras podría ser interesante en el contexto actual en que la aplicación de un sistema de gestión ITQ está siendo solicitado

² "Individual Transferable Quotas"

por parte del sector pesquero extractivo para que sea considerado entre los cambios que se apliquen bajo la nueva PPC, todavía en discusión.

También hay que tener en cuenta que la compatibilidad de la versión en R del método Fcube con la herramienta FLR no solo facilita enormemente la inclusión de una gran variedad de extensiones al propio algoritmo, sino que también permite que el método Fcube pueda ser integrado dentro de programas de mayor complejidad tales como la evaluación de estrategias de gestión (MSE) de pesquerías mixtas (Hamon *et al.*, 2007) o enfoques basados en el ecosistema (EBM³) (Reeves y Ulrich, 2007, Ulrich *et al.*, 2008). Finalmente, aunque también puede hacerse extensivo al resto de métodos revisados, la simplicidad matemática del método Fcube puede también proporcionar otras ventajas secundarias, como la de proporcionar puntos en común entre el enfoque científico y los del sector extractivo y la Administración. Esta característica puede indirectamente ayudar a reducir la complejidad de la dinámica de las flotas, como ocurre cuando los pescadores participan de forma más directa en los procesos de decisión (Reeves *et al.*, 2008).

³ “Ecosystem-based management”

2.4. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO: Algoritmo de los métodos Fcube y FcubeEcon

Tal como ha sido avanzado en la Sección 2.3, el método Fcube fue presentado en el grupo de expertos de ICES WKMIXMAN (ICES, 2006a), desarrollado a partir de sus primeras aplicaciones prácticas (Ulrich *et al.*, 2006) y perfeccionado al amparo del proyecto AFRAME (Ulrich *et al.*, 2009). Hasta su próxima publicación en un artículo científico (Ulrich *et al.*, en prensa), la descripción más reciente y detallada de su algoritmo se encuentra restringida al informe del grupo de expertos WKMIXFISH (ICES, 2009), a partir del cual se ha adaptado la siguiente descripción. Los primeros dos pasos principales se centran en la estimación de F y q por flota (j), *métier* (m) y stock (s) a partir de los desembarcos observados (L), el esfuerzo (E) y la mortalidad pesquera total (F) del año anterior (y) o media de un período apropiado:

$$F_{j, m, s, y} = F_{s, y} * \frac{L_{j, m, s, y}}{L_{s, y}} \quad (1)$$

$$q_{j, m, s, y} = \frac{F_{j, m, s, y}}{E_{j, m, y}} \quad (2)$$

Estos datos son calculados a partir de la media de un período reciente definido por el usuario y usados para predecir los parámetros $F_{j, m, s, y+1}$ y $q_{j, m, s, y+1}$ del año de predicción $y+1$. Entonces la distribución del esfuerzo observado entre los *métier* de cada flota es estimado como:

$$P(E_{j, m, y}) = \frac{E_{j, m, y}}{E_{j, y}} \quad (3)$$

Si asumimos un comportamiento estable de las flotas, la predicción de distribución del esfuerzo $P(E_{j, m, y+1})$ se obtiene aplicando la misma distribución observada en el pasado. Sin embargo, el método también permite la asistencia externa de algoritmos de comportamiento de flotas en aquellos casos en que su dinámica pueda ser modelada. El cuarto paso usa las variables previas para estimar las predicciones de capturabilidad por stock para cada flota. Esta capturabilidad no puede ser estimada a partir de los datos observados, ya que está relacionada con la flexibilidad de la flota: la capturabilidad “real” es dependiente del tiempo dedicado a cada *métier*. De ese modo, la capturabilidad de una flota es así igual a la capturabilidad media de cada *métier* ponderada por su proporción de esfuerzo:

$$q_{j, s, y+1} = \sum_m q_{j, m, s, y} * P(E_{j, m, y+1}) \quad (4)$$

Entonces los objetivos de gestión de cada stock (por ejemplo, la mortalidad pesquera correspondiente al TAC) son convertidos en esfuerzos de predicción por flota. Este esfuerzo de flota “stock-dependiente” corresponde a la mortalidad pesquera parcial

ejercida sobre un stock determinado, independientemente de cualquier otra actividad de la flota. La mortalidad pesquera objetivo total $F_{s,y+1}$ es primero dividida entre los segmentos de flota (mortalidades pesqueras parciales) mediante coeficientes de mortalidad pesquera relativa por flota. Estos coeficientes son repartos de cuota fijos ($Q_{j,s}$) estimados a partir de los desembarcos observados, reflejando las rígidas reglas de reparto del principio de estabilidad relativa y los procesos nacionales de distribución de la cuota nacional entre flotas de cada Estado miembro. Estas F parciales son posteriormente usadas para estimar el esfuerzo de flota “stock-dependiente”:

$$F_{j,s,y+1} = F_{s,y+1} * Q_{j,s} \quad (5)$$

$$E_{j,s,y+1} = \frac{F_{j,s,y+1}}{q_{j,s,y+1}}$$

El siguiente paso se centra en decidir el esfuerzo final por flota de entre los obtenidos para cada stock. Es improbable que el esfuerzo correspondiente a cada TAC monoespecífico resulte el mismo para todos ellos, de modo que el esfuerzo final debe proceder de una decisión de gestión.

$$E_{j,y+1} = f [E_{j,s1,y+1}, E_{j,s2,y+1}, \dots] \quad (6)$$

Bajo el actual régimen de gestión, asumimos que el esfuerzo resultante se sitúa en el máximo ($f=max$) de entre todos los esfuerzos “stock-dependiente” por flota, subrayando la hipótesis de que los pescadores continúan pescando hasta agotar la última cuota. En este caso, los excedentes de cuota provocarían descartes o capturas fraudulentas. Otras estrategias de gestión podrían, por ejemplo, exigir el cumplimiento de los objetivos de gestión de todos los stocks, de modo que las flotas deberían ajustar su esfuerzo al mínimo entre stocks ($f=min$), de modo que la flota cesará su actividad en cuanto haya agotado la primera cuota. Además de éstas, es posible aplicar una gran variedad de funciones. Finalmente, el esfuerzo de predicción obtenido de cada flota es distribuido entre sus *métiers* y la mortalidad pesquera correspondiente será estimada del siguiente modo:

$$\begin{aligned} E_{j,m,y+1} &= E_{j,y+1} * P(E_{j,m,y+1}) \\ F_{j,m,s,y+1} &= q_{j,m,s,y+1} * E_{j,m,y+1} \end{aligned} \quad (7)$$

Estas mortalidades pesqueras son sumadas por stock y aplicadas en procedimientos de predicción estándar similares a los usados en las predicciones monoespecíficas a corto plazo:

$$C_{s,y+1} = \sum_a w_{s,a} N_{s,a,y+1} (1 - \exp(-F_{s,a,y+1} - M_{s,a})) * \frac{F_{s,a,y+1}}{F_{s,a,y+1} + M_{s,a}} \quad (8)$$

Donde $N_{s,a,y+1}$ es el tamaño del stock (en número de individuos) del stock (s) al principio del año (y) para cada grupo de edad (a), $w_{s,a}$ es el peso medio individual por grupo de edad y $M_{s,a}$ es la mortalidad natural.

Módulo FcubeEcon

El algoritmo original del método Fcube no incluye la opción de evaluar las consecuencias económicas de los diferentes escenarios de esfuerzo. Esta carencia constituye una limitación pues la gestión de pesquerías tiene un impacto significativo tanto en el comportamiento humano como en el desarrollo del ecosistema. Por este motivo, su planteamiento básico fue ampliado mediante el módulo FcubeEcon, el cual fue expresamente diseñado para permitir la evaluación económica en un contexto de pesquerías mixtas (Hoff *et al.*, 2010). Primero, los desembarcos por *métier* proporcionados por el método Fcube son usados para calcular los ingresos (valor de venta del desembarco) usando los precios conocidos ($p_{j,m,s,y}$) desagregados por *métier*:

$$I_{j,y+1} = \sum_{m,s} L_{j,m,s,y+1} * p_{j,m,s,y} \quad (9)$$

El beneficio (B) por segmento de flota es obtenido entonces mediante la diferencia entre estos ingresos menos los costes variables (VC) y los costes fijos (FC) estimados a partir de datos de un período de referencia conocido:

$$B_{j,y+1} = I_{j,y+1} - VC_{j,y+1}(E_{j,y+1}; L_{j,y+1}; I_{j,y+1}) - FC_{j,y+1} \quad (10)$$

Los costes variables son una función de a) el esfuerzo final ejercido por el segmento de flota (hielo, provisiones y combustible gastado por unidad de esfuerzo), b) el desembarco total en peso (a través de los costes de desembarco) y c) los beneficios totales de desembarco (a través de los salarios de la tripulación). Los costes fijos, por su parte, comprenden los gastos de seguros, depreciación e interés, junto con el mantenimiento del buque. El módulo FcubeEcon se basa en la asunción de que los pescadores tratarán de maximizar sus beneficios totales a) dirigiendo su esfuerzo hacia los stocks de mayor valor económico al tiempo que intentan cumplir con las restricciones de cuota y b) manteniendo tan bajos como sea posible los gastos requeridos para desarrollar su actividad. Esta característica puede provocar resultados irrespetuosos con el principio de estabilidad relativa, aunque de gran valor informativo a la hora de indicar la “mejor” distribución de esfuerzo y capturas que habría que aplicar para maximizar sus beneficios.

2.5. CONCLUSIONES: Planteamiento del caso de estudio

Hasta la fecha, las pesquerías mixtas en que participa la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas solamente han sido consideradas de forma simultánea en análisis predictivos preliminares. En ellos, el objetivo principal ha sido el de testar la capacidad de determinadas metodologías más que el de proporcionar una base práctica al asesoramiento o profundizar en el conocimiento del propio sistema pesquero. No obstante, la revisión de estas aproximaciones nos proporcionará una base de referencia con la que poder abordar mejor el caso de estudio que se pretende analizar en esta tesis. Los primeros análisis de pesquerías mixtas realizados sobre la explotación conjunta de estas especies se llevaron a cabo mediante la aplicación del método MTAC para testar la capacidad de esta técnica con datos reales en diferentes grupos de expertos (CCTEP, 2002; CCTEP, 2004b; ICES, 2004a). Estos análisis, todavía muy rudimentarios, se centraron en un número reducido de especies, al tiempo que empleaban la segmentación de flotas utilizada rutinariamente en ICES. Esta segmentación se articula sobre una serie de “unidades pesqueras” creadas para facilitar la agregación a un nivel supranacional de las estadísticas pesqueras de los diferentes Estados miembros. A pesar de haber sido diseñadas sobre consideraciones tanto biológicas (en función de la profundidad del caladero) como técnicas (desagregación por tipo de arte de pesca), actualmente su estructura resulta vasta y anticuada ya que no ha vuelto a ser revisada desde su creación a principios de los años 90 (ICES, 1991). A pesar de ello, estos ejercicios resultaron especialmente productivos, pues sirvieron para identificar algunas de las inconsistencias por las que más tarde el método MTAC fue desechado como herramienta útil para la gestión de pesquerías mixtas.

El siguiente análisis no se realizó hasta dos años más tarde, esta vez aplicando una versión preliminar del método Fcube, aunque también sobre la misma obsoleta segmentación de flota (ICES, 2006c). Más centrado en testar el comportamiento del modelo con datos reales que de proporcionar un asesoramiento operativo, este análisis permitió, por una parte, depurar algunas pequeñas inconsistencias del algoritmo original y, por otra, comprobar la idoneidad del modelo para manejar la complejidad de un sistema real de pesquerías mixtas. En este análisis, la consideración de escenarios drásticamente restrictivos permitió identificar la necesidad de vincular las medidas de gestión con las características biológicas de los stocks considerados. La primera versión del algoritmo Fcube se centraba en la parametrización de las interacciones técnicas entre *métiers* y stocks partiendo exclusivamente de sus respectivos TAC (ICES, 2006a). Al emplear umbrales basados en biomasa “pescable” y no total, las predicciones de captura no resultaban consistentes con las de esfuerzo, especialmente en escenarios drásticamente restrictivos, como los basados en la prohibición de explotación de un determinado stock (TAC=0). Estos resultados condujeron a la mejora del algoritmo, al ampliar la parametrización de las interacciones técnicas con la inclusión de parámetros

biológicos por stock: biomasa total (B) y mortalidades de pesca (F) y natural (M) (Ulrich *et al.*, 2006).

Al año siguiente, el proyecto de investigación del 6º Programa Marco Europeo “AFRAME” (Nº 044168) abordó entre sus principales objetivos el desarrollo matemático y operacional del método Fcube, así como su aplicación práctica sobre diferentes casos de estudio. Entre éstos se contempló la zona denominada “aguas occidentales europeas”, coincidente con la zona de distribución de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, entre cuyas aportaciones destaca la de abordar la actualización de su segmentación de flota. Para ello se sustituyó la obsoleta segmentación basada en unidades pesqueras por la establecida bajo el nuevo DCF y articulada sobre segmentos de flota y *métiers*. Sin embargo, su todavía reciente implementación provocó una gran desigualdad en el grado de desagregación de las flotas de cada Estado miembro, siendo especialmente inapropiado en el caso de las flotas españolas. Por una parte, la convivencia de pesquerías litorales y de altura, debido al carácter ribereño de algunos países, provocó que su número de *métiers* llegase a ser diez veces mayor que el de España, cuyos barcos en la zona constituyen exclusivamente una flota de altura. Por otro lado, la adecuación de la estructura DCF a la naturaleza de la flota española se realizó de una forma muy preliminar, pues fue basada en aspectos más descriptivos que analíticos y no recogía en su totalidad toda la complejidad de su actividad pesquera, recurriendo prácticamente a una correspondencia directa entre las viejas unidades pesqueras y los nuevos *métiers*.

Como hemos visto, el método Fcube se muestra como una de las herramientas más apropiadas para el asesoramiento a la gestión de pesquerías mixtas en el contexto europeo actual. Sin embargo, su algoritmo determina ciertas exigencias en el modelado de las interacciones técnicas, requiriendo una estructura jerarquizada apropiada entre flotas y *métiers* para permitir una correcta estimación de la capturabilidad. De hecho, uno de los resultados del proyecto AFRAME destaca la sensibilidad del método Fcube al nivel de desagregación de segmentos de flota y *métiers* a la hora de estimar este parámetro (Ulrich *et al.*, 2009). Dado que los dos niveles de desagregación requeridos tanto por la reglamentación actual (DCF) como por el método Fcube no han sido estudiados en profundidad para las flotas españolas de aguas europeas atlánticas no ibéricas, en la presente tesis se propone una revisión analítica completa de sus características y actividad pesquera con dos objetivos fundamentales. Por una parte, proporcionar una segmentación definitiva y actualizada de su actividad pesquera obtenida sobre una base analítica y reproducible, de modo que permita el seguimiento de su evolución a lo largo del tiempo. Y, por otra, aplicar el método Fcube sobre una estructura más realista de los segmentos de flota y *métiers* españoles con la intención de explorar del modo más veraz posible la relación entre la capacidad de la flota y la explotación sostenible de los recursos pesqueros.

Una de las características del método Fcube es su descomposición de la mortalidad pesquera de cada stock (F_s) en sus correspondientes mortalidades pesqueras parciales

por flota ($F_{j,s}$). Tal como vimos en la ecuación (1) de la sección anterior, ésta viene derivada de la fracción de captura tomada por cada flota. De este modo, la fracción correspondiente a la cuota de cada Estado miembro vendrá impuesta por el principio de estabilidad relativa (RS):

$$F_{j,s,y} = F_{s,y} * RS_{j,s,y}$$

Esta característica capacita a esta metodología para ser aplicada de forma concreta sobre un número determinado de flotas y *métiers* sin por ello perder información de las consecuencias de la explotación pesquera sobre el conjunto de la población de cada stock. De este modo, el análisis del caso de estudio puede ser centrado exclusivamente en los segmentos de flota y *métiers* españoles, evitando la pormenorizada descripción de las flotas de otros Estados miembros, al tiempo que se facilitará enormemente la interpretación de resultados.

Finalmente, otro aspecto novedoso en el planteamiento del caso de estudio consiste en abordar un enfoque económico, al aplicar, por primera vez, el módulo FcubEcon sobre la actividad pesquera de la flota española. Como se ha dicho anteriormente, este módulo, aunque amplía las posibilidades analíticas del algoritmo Fcube, resulta inconveniente a la hora de respetar el principio de estabilidad relativa. No obstante, la rigidez de este sistema está actualmente siendo seriamente criticada por parte de asociaciones de pescadores (Suárez, 2011) y Administraciones, identificándolo como una excepcionalidad dentro del marco europeo del principio de la liberalización completa de los movimientos de capitales entre los Estados miembros. El módulo FcubEcon ha sido desarrollado para analizar escenarios ITQ ya que distribuye esfuerzo y cuotas entre segmentos de flota y *métiers* mientras maximiza los beneficios totales sin dejar de respetar las restricciones implementadas sobre cuotas (TAC) o esfuerzo (TAE). Esta característica permite explorar las consecuencias de pasar del rígido sistema de reparto de cuotas actual a un sistema liberalizado tipo ITQ, identificando aquellos segmentos de flota o *métiers* más y menos competitivos económicamente.

El método Fcube también permite explorar otros aspectos básicos de la política de base en la gestión. Como las capturas finales proporcionadas por el algoritmo Fcube ($C_{s,y+1}$) están basadas en el esfuerzo final, no tienen por qué ser necesariamente igual al TAC, de modo que las capturas excedentarias o de sobrecuota pueden ser descargadas o descartadas dependiendo de la política de gestión. El primer caso se producirá en un sistema bajo una política de gestión basada en el esfuerzo, donde es permitido vender los excesos de cuota. Por el contrario, éstos estarán prohibidos en un sistema basado en controles de captura, lo que provocará indirectamente su descarte.

Finalmente, en análisis previos del caso de estudio que nos ocupa el número de stocks ha estado generalmente reducido a las cuatro especies principales de peces demersales presentes en las capturas españolas: merluza (*Merluccius merluccius*, L. 1758), gallo del norte (*Lepidorhombus whiffiagonis*, Walbaum 1792), rape blanco (*Lophius piscatorius*, L.

1758) y rape negro (*L. budegassa*, Spinola 1807). Otro objetivo de esta tesis es el de hacer una revisión exhaustiva de la evaluación y gestión de todas las especies y stocks presentes en los desembarcos españoles provenientes de aguas europeas atlánticas no ibéricas, con la intención de incluir el mayor número de ellos en los análisis que se vayan a desarrollar.

BIBLIOGRAFÍA Sección 2

- Allen, P.M. y McGlade, J. M. 1986. Dynamics of discovery and exploitation: the case of the Scotian Shelf groundfish fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 43:1187-1200.
- Arnason, R. 2007. Advances in Fisheries Modelling. XVIIIth biannual EAFE conference, Reykjavik, July 9-11 2007.
- Biseau, A. y Gondeaux, E. 1988. Apport des méthodes d'ordination en typologie des flotilles. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 44: 286-296.
- Boncoeur, J., Berthou, P., Prat, J.L., Latrouite, D., Le Gallic, B., Fifas, S. y Cutil, O. 1998. Fisheries conflicts and fisheries management in the Normand-Breton Gulf (ICES VIIe). Xth annual conference of the EAFE (European Association of Fisheries Economists), The Hague (Netherlands), April 1-4 1998.
- CCE. 2008a. Reglamento (CE) N° 199/2008 del Consejo de 25 de febrero de 2008 relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común. DO L 60 de 05.03.2008, p. 1.
- CCE. 2008b. Decisión de la Comisión de 6 de noviembre de 2008 adoptando un programa Comunitario plurianual de conformidad al reglamento del Consejo (CE) N° 199/2008 por el que se establece el marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común (2008/949/EC). DO L346 de 23.12.2008, p. 37.
- CCTEP. 2002. Report of the Subgroup on Resource Status (SGRST) of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) on Mixed Fisheries. SEC(2002) 1373.
- CCTEP. 2003. Report of the Subgroup on Resource Status (SGRST) of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) on Mixed Fisheries. SEC(2003) 1428.
- CCTEP. 2004a. Report of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), Subgroup on Economic Assessment (SGECA) The Potential Economic Impact on Selected Fishing Fleet Segments of TACs: Proposed by ACFM for 2005 (EIAA-model calculation). SEC (2004) 1710.
- CCTEP. 2004b. Report of the Subgroup on Resource Status (SGRST) of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) on Mixed Fisheries. SEC(2004) 1711: 95 pp.
- CCTEP. 2005. Report of the Subgroup on Resource Status (SGRST) of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) on Mixed Fisheries. SEC(2007) 465: 64 pp.
- EAFE-AC. 2002. The Potential Economic Impact on Selected Fishing Fleet Segments of TACs Proposed by ACFM for 2002 (EIAA-model calculations). Report of the European Association of Fisheries Economists Advisory Committee: 28 pp.
- Frost, H.S., Andersen, J.L., Hoff, A.G. y Thøgersen, T.T. 2009. *The EIAA model: methodology, definitions and model outline*. Institute of Food and Resource Economics. University of Copenhagen, Report No 200. 75 pp.
- Hamon, K., Ulrich, C., Hoff, A. y Kell, L. T. 2007. Evaluation of management strategies for the mixed North Sea roundfish fisheries with the FLR framework. En Oxley, L. y Kulasiri, D. [Ed.]. MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2007, pp. 2813-2819.
- Hilborn, R. 1985. Fleet and dynamics individual variation: why do some fishermen catch all the fish? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 42: 2-13.
- Hilborn, R. y Walters, C.J. 1987. A general model for simulation of stock and fleet dynamics in spatially heterogeneous fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44: 1366-1369.
- Hillary, R. 2009. An introduction to FLR fisheries simulation tools. *Aquatic Living Resources*, 22: 225-232.
- Hoff, A., Frost, H., Ulrich, C., Damalas, D., Maravelias, C. D., Goti, L. y Santurtún, M. 2010. Economic effort management in multispecies fisheries: the FcubEcon model. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1802-1810.
- Holland, D.S. y Sutinen, J.G. 1999. An empirical model of fleet dynamics in New England trawl fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 56: 253-264.
- Holland, D.S. 2000. A bio-economic model of marine sanctuaries on Gorges Bank. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 57: 1307-1319.
- Holley, J.F. y Marchal, P. 2004. Fishing strategy development under changing conditions: examples from the French offshore fleet fishing in the North Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1410-1431.
- Hollowed, A.B., Bax, N., Beamish, R., Collie, J., Fogarty, M., Livingston, P., Popey, J. y Rice, J.C. 2000. Are multispecies models an improvement on single-species models for measuring fishing impacts on marine ecosystems? *ICES Journal of Marine Science*, 57: 707-719.
- Hutton, T., Mardle, S., Pascoe, S. y Clark, R.A. 2004. Modelling fishing location choice within mixed fisheries: English North Sea beam trawlers in 2000 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1443-1452.
- ICES. 1991. Report of the ICES Working Group on Fisheries Units in Sub-areas VII and VIII. ICES CM 1991/Assess:24: 106 pp.
- ICES. 2003a. Report of the Study Group on the Development of Fishery-based Forecasts (SGDFF). ICES CM 2003/ACFM:08 Ref. D: 37 pp.
- ICES. 2003b. Report of the Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (WGNSSK). ICES CM 2004/ACFM:07: 820 pp.
- ICES. 2004. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Stocks of Hake, Monk and Megrim (WGHMM). ICES CM 2005/ACFM:02: 454 pp.
- ICES. 2006a. Report of the Workshop on Simple Mixed Fisheries Management Models (WKMIXMAN). ICES CM 2006/ACFM:14: 65 pp.

- ICES. 2006b. Report of the Working Group on the Assessment of the Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (WGNSSK). ICES CM 2006/ACFM:09: 935 pp.
- ICES, 2006c. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Stocks of Hake Monk and Megrim (WGHMM). ICES CM 2006/ACFM:29: 792 pp.
- ICES. 2007. Report of the Working Group on Multispecies Assessment Methods (WGSAM). ICES CM 2007/RCM:08: 132 pp.
- ICES. 2009. Report of the Workshop on Mixed Fisheries Advice for the North Sea (WKMIXFIH). ICES CM 2009/ACOM:47: 58 pp.
- ICES. 2010. Report of the Working Group on Mixed Fisheries Advice for the North Sea (WGMIXFISH). ICES CM 2010/ACOM:35: 93 pp.
- Jacobson, N. y Cadrin, S. 2007. Projecting equilibrium, mixed-species yield of New England Groundfish. ICES Annual Science Conference 2007. ICES CM 2008/I:02.
- Kell, L. T., Mosqueira, I., Grosjean, P., Fromentin, J.M., Garcia, D., Hillary, R., Jardim, E., Mardle, S., Pastoors, M. A., Poos, J. J., Scott, F. y Scott, R. D. 2007. FLR: an open-source framework for the evaluation and development of management strategies. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 640–646.
- Kraak, S. 2004. An evaluation of MTAC- a program for the calculation of catch forecasts taking the mixed nature of the fisheries taking into account. Documento de Trabajo presentado en "ICES Working Group on Methods of Fish Stock Assessments", Lisboa, Portugal, 11-18 de febrero de 2004 [ICES CM 2004/D:03].
- Laløe, F. y Samba, A. 1991. A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES Marine Science Symposia*, 93: 281-286.
- Laurec, A., Biseau, A. y Charuau, A. 1991. Modelling technical interactions. *ICES Marine Science Symposia*, 193: 225–236
- Livingston, P.A. y Methot, R.D. 1998. Incorporation of predation into a population assessment model of eastern Bering Sea walleye pollock. Fishery Stock Assessment Models, Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-98-01.
- Mahévas, S. y Pelletier, D. 2004. ISIS-Fish, a generic and spatially explicit simulation tool for evaluating the impact of management measures on fisheries dynamics. *Ecological Modelling*, 171: 65–84.
- Marchal, P., Ulrich, C., Korsbrekke, K., Pastoors, M. y Rackham, B. 2002. A comparison of three indices of fishing power on some demersal fisheries of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 604–623.
- Marchal, P., Andersen, B., Bromley, D., Iriondo, A., Mahévas, S., Quirijns, F., Rackham, B., Santurtún, M., Tien, N. y Ulrich, C. 2006. Improving the definition of fishing effort for important European fleets by accounting for the skipper effect. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 510–533.
- Marchal, P. 2008. A comparative analysis of métiers and catch profiles for some French demersal and pelagic fleets. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 674–686.
- Mesnil, B. y Shepherd, J.G. 1990. A hybrid age- and length-structured model for assessing regulatory measures in multiple-species, multi-fleet fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 47(2): 115-132.
- Murawski, S.A. 1984. Mixed-species yield-per-recruitment analyses accounting for technological interactions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 41: 897-916.
- Murawski, S. A. y Finn, J. T. 1986. Optimal effort allocation among competing mixed-species fisheries, subject to fishing mortality constraints. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43: 90-110.
- ONU. 2002. Plan de aplicación de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Declaración de Johannesburgo). Naciones Unidas, Nueva York, 62 p.
- Oostenbrugge, J., Powell, J.P. y Smit, J.P.G. 2007. Linking Catchability and Fisher Behavior under Effort Management. Presentación realizada en "XVIIIth Annual EAFE Conference", 9-11 de Julio de 2007, Reykjavik, Islandia.
- Pikitch, E.K., 1987. Use of a mixed-species yield-per-recruit model to explore the consequences of various management policies for the Oregon flatfish fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 44: 349–359.
- Plagányi, É.E. 2007. Models for an ecosystem approach to fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 477. Rome, FAO. 108 pp.
- Pradhan, N.C. y Leung, P. 2004. Modelling entry, stay, and exit decisions of the longline fishers in Hawaii. *Marine Policy*, 28: 311-324.
- Prellezo, R., Accadia, P., Andersen J. L, Little, A., Nielsen R., Andersen, B.S., Röckmann C., Powell J. y Buisman, E. 2009. Survey of existing bioeconomic models: Final report. Sukarrieta: AZTI-Tecnalia. 283 pages.
- Rätz, J.H. 2003. Short-term Multi-fleet Prediction for Cod, Haddock, Whiting, Saithe, Plaice and Sole in the North Sea "SMP". Documento de Trabajo nº 4 del "ICES Study Group on the Development of Fishery-based Forecasts" (ICES CM 2003/ACFM:08).
- Rätz, H. J., Berthke, E., Dörner, H., Beare, D. y Gröger, J. 2007. Sustainable management of mixed demersal fisheries in the North Sea through fleet-based management- a proposal from a biological perspective. *ICES Journal of marine Science*, 64: 652-660.
- Reeves, S.A. y Ulrich, C. 2007 Bridging the gap: fleets, fisheries and the ecosystem approach. Comunicación presentada al "ICES Annual Science Conference 2007" [ICES CM 2007/R:02].
- Reeves, S.A., Marchal, P., Mardle, S., Pascoe, S., Prellezo, R., Thébaud, O. y Travers, M. 2008. From fish to fisheries: the changing focus of management advice. En Payne, A., Cotter, J. y Potter (Eds). *Advances in Fisheries Science. 50 years on from Beverton and Holt*. Blackwell Publishing. 135-154.
- Rijnsdorp, A.D., van Mourik Brockman, P.L. y Visser, E.G. 2000. Competitive interactions among beam trawlers exploiting local patches of flatfish in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 894-902.
- Rijnsdorp, A.D., Daan, N. y Dekker, W. 2006. Partial fishing mortality per fishing trip: a useful indicator of effective fishing effort in mixed demersal fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 556–566.
- Salz, P. y Frost H. 2001. Model for economic interpretation of ACFM advice (EIAA): p. 165-181, en E. Lindebo y N. Vestergaard [Ed.]: "Proceeding of the XIIIth Annual

- Conference of the European Association of Fisheries Economics (EAFE)".
- Shepherd, J. G. y Garrod, D. J. 1982. Modelling the response of a fishing fleet to changing circumstances, using cautions non linear optimization. *ICES Journal of Marine Science*, 39: 231-239.
- Shepherd, J. G. 2001. Fisheries management: breaking the deadlock. En "Sea-Power at the Millennium", pp. 233-235. G. Till [Ed.]. Royal Naval Museum Publications. Sutton Publishing Co.
- Sparre, P. y William, R. 1992. Software for bio-economic analysis of fisheries Beam4. Analytical bio-economic simulation of space-structured multispecies and multifleet Fisheries. Vol. 1: Description of the model. Vol. 2: User's manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, N°3, Roma, Vol. 1: 186 pp. y Vol. 2: 46 pp.
- Sparre, P. y Venema, S.C. 1995. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1- Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 306/1, Rev.2. FAO, Rome. 406 p.
- Sparre, P. J. 2008. User's Manual for the EXCEL Application "TEMAS" or "Evaluation Frame". DTU-Aqua Report 190-08: 182 pp. [ISBN 978-87-7481-077-3].
- Spencer, P.D., Wildebuer, T.K. y Zhang, C.I. 2002. A mixed-species yield model for eastern Bering Sea shelf flatfish fisheries. *Canadian journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59:291-302.
- Stratoudakis, Y., Fryer, R. J. y Cook, R. M. 1998. Discarding practices for commercial gadoids in the North Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 55: 1632-1644.
- Suárez, J.A. 2011. "¿Son incompatibles recursos y mercados?" en "Pesca Internacional, n° 119": 6-7 pp.
- Taha, H.A. 1978. Linnear programming, p. 85-119. En J.J. Moder y S.E. Elmaghraby [Ed.] *Handbook of Operations Research*. Van Nostrand-Reinhold, New York, NY. 622 pp.
- Ulrich, C., Gascuel, D., Dunn, M.R., Le Gallic, B. y Dintheer, C. 2001. Estimation of technical intractions due to the competition for resource in mixed-species fishery, and the typology of fleets and métiers in the English Channel. *Aquatic Living Resources*, 14: 267-281.
- Ulrich, C. y Andersen, B.S. 2004. Dynamics of fisheries, and the flexibility of vessel activity in Denmark between 1989 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 308-322.
- Ulrich, C., Andersen, B.S., Hovgård, H., Sparre, P., Murta, A., García, D. y Castro, J. 2006. Fleet-based short-term advice in mixed fisheries - the F3 approach. Presentación realizada en el "ICES Symposium on Management Strategies: Case Studies of Innovation", Galway (Irlanda), 27-30 de junio de 2006.
- Ulrich, C., Andersen, B.S., Sparre, P.J. y Nielsen, J.R. 2007. TEMAS: fleet-based bio-economic simulation software to evaluate management strategies accounting for fleet behavior. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 647-651.
- Ulrich, C., Reeves, S.A. y Kraak, S.B.M. 2008. Mixed Fisheries and the Ecosystem Approach. *ICES Insight*, 45: 36-39.
- Ulrich, C., García, D., Andersen, B.S., Castro, J., Damalas, D., Frost, H., Goti, L., Hamon, K., HilleRisLambers, R., Hoff, A., Huse, I., Kvamme, C., Mahévas, S., Maravelias, C., Reeves, S.A. y Santurtún, M. 2009. Reconciling single-species management objectives in an integrated mixed-fisheries framework for avoiding overquota catches. Main outcomes of the FP6 AFRAME project. *ICES Annual Science Conference* (ICES CM 2009/M:08).
- Ulrich *et al.* [en prensa] Reconciling single-species TACs in the North Sea demersal fisheries using the Fcube mixed-fisheries advice framework. *ICES Journal of Marine Science*.
- Vinther, M., Reeves, S. y Patterson, K. 2004. From single-species advice to mixed-species management: taking the next step. *ICES Journal of Marine Science*, 61:1398-1409.
- Walters, C., Pauly, D. y Christensen, V. 1999. Ecospace: prediction of mesoscale spatial patterns in trophic relationship of exploited ecosystems with emphasis on the impacts of marine protected areas. *Ecosystems*, 2: 539-554.
- Ward, J.M. y Sutinen, J.G. 1994. Vessel entry-exit behaviour in the Gulf of Mexico Shrimp Fishery. *American journal of agricultural economics*, 76: 916-923.

3. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD PESQUERA DE LA FLOTA ESPAÑOLA DE AGUAS EUROPEAS ATLÁNTICAS NO IBÉRICAS

3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta sección es la profundización en el conocimiento de la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas para, sobre esta base, poder estructurar una jerarquía de unidades de flota. Para que estas resulten operativas y útiles, uno de los aspectos más trascendentales en su clasificación pasa por considerar de forma integrada los criterios de las diferentes administraciones implicadas en su gestión. Como hemos visto en secciones anteriores, la gestión de los recursos pesqueros de aguas europeas es competencia de las instituciones comunitarias, Comisión y Parlamento Europeos, así como el Consejo de Ministros de Pesca. Sin embargo, la ordenación pesquera a escala nacional es responsabilidad de la Administración de cada Estado miembro. Desde la perspectiva comunitaria, debemos remitirnos a los Tratados fundamentales para analizar los derechos de pesca de la flota española en aguas europeas ajenas a su jurisdicción. Paralelamente, la revisión de la reglamentación nacional nos permitirá entender la estructura organizativa empleada a nivel nacional para el reparto de derechos de pesca o acceso a determinados caladeros. De este modo, entre ambas fuentes de información se podrá concluir una estructura jerarquizada útil a la gestión y acorde a las premisas del nuevo DCF, el cual determina segmentos de flota en función de una serie de rangos de eslora.

3.1.1. Contexto histórico y determinación de los derechos de pesca de la flota española en aguas europeas atlánticas no ibéricas

La flota española que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas tiene su origen en la primera mitad del siglo XX. Con motivo de la enorme crisis pesquera posterior a la guerra civil española (1936-1939), salen las primeras expediciones y se redescubren los bancos de “*Grand Sole*”¹. En estas fechas, el Gobierno franquista promulga la Ley de 2 de junio de 1939 sobre ayudas al sector naval que sentará las bases para la expansión de la flota española de postguerra (Giráldez, 1997a,b; De Juana y Prada, 2005). No obstante, la explotación de los caladeros europeos no ibéricos solo podrá generalizarse tras la finalización de la II Guerra Mundial (1939-1945) (Carroll, 2009). A partir de entonces, esta actividad comienza a formar parte esencial de la desarrollada por las flotas gallega y vasca, fundamentalmente, y su caladero de pesca llegará a popularizarse de forma genérica en España bajo la transliteración de “Gran Sol”.

¹ “Gran Lenguado”, en francés.

Ya en tiempos más recientes, el acceso a estas aguas ha sido condicionado por la imposición de diferentes legislaciones marítimas. La primera de ellas fue el establecimiento de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 200 millas en aguas atlánticas de la Comunidad Económica Europea (CEE) el 1 de enero de 1977, decisión que acabó con el acceso libre de los 500 barcos que por entonces componían la flota española que faenaba en aguas occidentales europeas no ibéricas. A partir de entonces, esta flota comienza a ser regulada mediante la limitación de licencias de pesca. En 1986, con la adhesión de España a la CEE, uno de los aspectos más complicados de su incorporación fue precisamente la regulación de la actividad pesquera (CCE, 1985). Es en la 4ª Parte de este “Acta de Adhesión de España y Portugal a la Comunidad Europea”, concretamente en sus Títulos II y III donde se determinan las “medidas transitorias” de la adhesión de ambos países. El artículo 352 del Título III establece las posibilidades de pesca de la flota española en aguas ibéricas de jurisdicción portuguesa, mientras que el Título II determina las limitaciones de acceso de la flota española a aguas europeas atlánticas no ibéricas en los siguientes términos:

- Artículo 158: autoriza la actividad pesquera a una “lista de base” inicial de 300 barcos españoles autorizados a faenar en zonas ICES Vb, VI, VII y VIII^{ab2} que, de norte a sur, abarcan desde las Islas Faroe hasta aguas atlánticas francesas limítrofes con las de jurisdicción española.
- Artículo 160: determina la autorización de una serie de “actividades de pesca especializadas” a desarrollar en aguas del golfo de Vizcaya.

De la denominada popularmente “flota de los 300”, 201 barcos debían utilizar arrastre de fondo y los 99 restantes, palangre de fondo. Dentro del caladero autorizado, se excluye, hasta finales de 1995, un rectángulo ubicado al suroeste de Irlanda entre las latitudes 50°30’N-56°30’N y la longitud 12° W hasta línea de costa, conocido a partir de entonces como el “*Irish box*”. Finalmente, la regulación reduce la actividad simultánea a la mitad de unidades, 150 barcos, repartidos por área de gestión del siguiente modo: 23 barcos en aguas de la división ICES Vb y la zona VI (oeste de Escocia), 70 barcos en zona ICES VII (oeste de Irlanda) y 57 barcos en aguas francesas de la zona ICES VIII. Por su parte, las denominadas “actividades de pesca especializadas” quedaron constituidas mayoritariamente por pesquerías dirigidas a especies pelágicas migratorias y transzonales, permitiendo, durante períodos determinados, ampliar a aguas comunitarias la explotación realizada sobre las poblaciones de sardina, anchoa o bonito de aguas nacionales. La excepción la constituyó la flota de palangreros de fondo menores de 100 toneladas de registro bruto (TRB), a los que se concedía licencia de pesca sobre especies demersales durante todo el año.

Aunque estas medidas transitorias no debían haber expirado hasta el 31 de diciembre de 2002, la adopción de la Política Pesquera Común (CCE, 1992), donde se establece el

² Glosario con mapa ICES en página 194.

principio de estabilidad relativa y las excepciones al principio de libertad de acceso, exigió que fueran adaptadas a la nueva situación jurídica (CCE, 1994). Más adelante, una nueva actualización de estas medidas (CCE, 2003), limitó el esfuerzo pesquero a la media del realizado durante el período 1998-2002 y definió una zona biológicamente sensible al suroeste de Irlanda, delimitada entre 49°30'N-53°30'N de latitud y, aunque de forma escalonada, entre 7°W-12°W de longitud. Este reglamento también aprobó la creación de listas nacionales, dejando bajo responsabilidad de cada Estado miembro el control de su esfuerzo pesquero y la concesión de los respectivos permisos de pesca.

Tanto la flota española como la de otros países comunitarios con licencia en la zona han de respetar las diferentes reglamentaciones comunitarias, no solo en lo referente al reparto en cuotas del TAC, sino también respetando el cumplimiento de las medidas técnicas en vigor. A finales de los años 90, la malla mínima permitida para artes de arrastre en aguas europeas desde Noruega al Golfo de Vizcaya fue limitada a 80 mm para barcos dirigidos a merluza o gallos, pudiendo ser rebajada a 70 mm en el caso de los dirigidos a cigala (CCE, 1998). Poco después, la implementación del plan de emergencia para la recuperación del stock norte de merluza aumentó la malla mínima permitida a 100 mm para todos aquellos arrastreros cuyas capturas contuvieran más de un 20% de merluza (CCE, 2001). Además, se definieron dos áreas, una en el suroeste de Irlanda (zona VII) y otra en el golfo de Vizcaya (zona VIII), donde la malla mínima de 100 mm era exigida a todos los arrastreros independientemente de la cantidad de merluza conservada a bordo. Recientemente, en 2006, se aprobó la salvedad del uso de malla de 70 mm para aquellos arrastreros que faenen en zona VIII usando dispositivos de escape con paneles de malla cuadrada, manteniendo la obligatoriedad de malla de 100 mm para todos los demás arrastreros (CCE, 2006).

Por su parte, los buques definidos como palangreros en el Acta de Adhesión han podido ver ampliada su licencia de pesca con la utilización del arte de enmalle después de que la prohibición de su uso quedase derogada para España desde 1998 (CCE, 1998). Por tanto, a partir de ese año, tanto los palangreros mayores como los menores de 100 TRB han podido utilizar ambos tipos de artes fijas: palangre de fondo y enmalle de fondo. Esto ha sido así desde entonces, salvo en 2006, cuando la actividad de la flota de enmalle se vio afectada por una nueva reglamentación comunitaria que prohibió su uso a profundidades mayores de 200 m en las zonas ICES VI y VII (CCE, 2006a). No obstante, una derogación de este reglamento, introducido en junio del mismo año, permitió de nuevo el uso de redes de enmalle en aguas inferiores a 600 m cuando es dirigido a merluza o rapas (CCE, 2006b). En cuanto a la reglamentación de sus medidas técnicas, el enmalle de fondo de aguas comunitarias también se rige por los umbrales mínimos de malla establecidos en el plan de emergencia para la recuperación del stock norte de merluza (CCE, 2001): 120 mm en aguas irlandesas (zona VII) y 100 mm en aguas francesas (divisiones VIIIabd). En otro orden de cosas, la Comisión publicó recientemente el reglamento para la identificación y marcado de artes fijas, con la intención de evitar los daños ecológicos que su pérdida pueda provocar en los fondos marinos (CCE, 2005).

3.1.2. Ordenación de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas

La aplicación de las medidas de gestión comunitarias a nivel nacional exige la ordenación de las flotas de cada Estado miembro, lo que se entiende como “la manera técnica de llevar a cabo una determinada política pesquera, como la distribución ordenada de los medios humanos y materiales que operan en la actividad pesquera” (López, 2000). Para ello, la Administración española ha creado una serie de censos estructurados por “caladero” y “modalidad” con el objetivo de facilitar la distribución de las posibilidades de pesca a nivel nacional (BOE, 2001):

- “Caladero de pesca”: área geográfica sujeta a medidas de gestión o conservación singulares según criterios biológicos.
- “Modalidad”: forma de utilización de un determinado arte o aparejo.

Cada modalidad cuenta con su correspondiente normativa respecto a las características técnicas de buques y artes, así como de un listado unívoco de flota registrado en el Censo de Flota de Pesca Operativa (CFPO) de la Secretaría General del Mar (SGM³). El procedimiento para la inclusión y registro de buques en el CFPO (BOE, 2008) establece un número determinado de modalidades dentro de una estructura de caladeros ordenados bajo tres tipos de jurisdicción: caladero nacional, aguas comunitarias y aguas internacionales no comunitarias.

La ordenación de la flota española de aguas comunitarias comenzó con anterioridad al Acta de Adhesión, cuando la Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM; antigua SGM) hizo pública una relación de buques con derechos de acceso a las aguas de otros Estados miembros de la CEE (BOE, 1981). A partir de 1987, se comienza a publicar con frecuencia prácticamente anual el “censo de las flotas de altura, gran altura y buques palangreros de más de 100 TRB que operan dentro de los límites geográficos de la Comisión de Pesca del Atlántico Nordeste (NEAFC⁴)”, en referencia a la “lista de base” del Acta de Adhesión (BOE, 1987). Más adelante, estos derechos de acceso fueron reordenados permitiendo a las empresas la acumulación de los derechos de pesca provenientes de buques desguazados (BOE, 1992a), así como la cesión y transmisión de estos derechos entre sí (BOE, 1997).

Por su parte, la primera distribución nacional de licencias para la flota palangrera menor de 100 TRB fue regulada en 1992, quedando repartidas entre las Federaciones Provinciales de Cofradías de Pescadores de Asturias, Cantabria, Guipúzcoa y Vizcaya (BOE, 1992b). A partir de la plena integración de España en la Comunidad Europea en

³ Secretaría perteneciente al actual “Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino” (MARM).

⁴ “North East Atlantic Fisheries Comisión”

1996, la SGPM comienza a regular esta flota a nivel nacional, autorizando la práctica de las siguientes tres pesquerías (BOE, 1998):

- Captura de merluza en las divisiones ICES VIIIabd.
- Captura de especies demersales no sometidas a TAC y cuota en las divisiones VIIIabd.
- Captura de especies de profundidad en las zonas VI y VII y las divisiones VIIIabd.

El registro en el CFPO es el primer paso imprescindible para permitir la actividad de cualquier buque español, aunque luego es requerida una autorización o licencia de pesca, expedida por la SGM, que es la que concreta y determina la naturaleza de dicha actividad. Esta licencia, de obligatoria presencia a bordo, incluye la identificación del armador y del buque, sus características técnicas, zona de pesca o caladero, modalidad de pesca y período de vigencia de la licencia. La licencia de pesca puede además ir acompañada de permisos específicos complementarios, como el “permiso especial de pesca” (PEP) y el “permiso temporal de pesca” (PTP). El PEP se exige en casos en que las características específicas de una pesquería aconsejen medidas adicionales de conservación o la limitación del esfuerzo, y contiene las condiciones precisas para el desarrollo de la actividad pesquera. El PTP se utiliza cuando se hace necesario limitar el esfuerzo de pesca en una pesquería en plazos específicos de tiempo.

3.1.3. Evolución de la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas hasta la actualidad

La flota de altura con licencia para faenar en aguas europeas atlánticas no ibéricas bajo la modalidad de arrastre de fondo ha utilizado diferentes tipos de arte de arrastre a lo largo del tiempo. Algunos han quedado en desuso, como el denominado “bou”, muy importante entre los años 70 a 90, o los “*twin nets*”, de uso experimental en 1999. Actualmente, la actividad de esta flota ha quedado restringida al uso de dos tipos de arte de arrastre: el arrastre de fondo con puertas y el arrastre de fondo en pareja. El primero consiste en el arrastre de la red (la más común es el tipo de red denominada “baca”) desde una sola embarcación, de modo que la abertura horizontal de la red se consigue mediante el uso de unas estructuras llamadas “puertas” que funcionan a modo de cometas. Por su parte, el arrastre de fondo en pareja no requiere de puertas, pues la red (“naberán”, la más común) es remolcada por dos barcos a la vez, así que la distancia entre ellos asegura la apertura horizontal de la misma. La diferencia respecto al arrastre con puertas es que, mientras la red del primero no suele superar los 2 m de abertura vertical, la del arrastre en pareja puede llegar a superar los 25 m, permitiéndole acceder tanto a especies de distribución claramente pelágica como a estadios pelágicos de especies generalmente demersales (Lart *et al.*, 2002).

Actualmente la modalidad de artes fijas puede emplear palangre de fondo y enmalle de fondo. El palangre de fondo es un arte fijo consistente en una línea madre que es

asentada sobre el fondo marino y de la que penden líneas de cabo (brazoladas) a las que se empatan anzuelos con cebo. Por su parte, el enmalle de fondo es un arte fijo que consiste en un paño de red que se asienta verticalmente sobre el fondo mediante la combinación de flotadores y plomos de modo que los peces son interceptados en sus desplazamientos y quedan enmallados.

3.1.4. Clasificación de flota según las directrices del DCF

El marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (DCF) está articulado sobre la creación de una serie de programas plurianuales, los cuales vienen a su vez estructurados conforme a unos protocolos con los que facilitar la homogeneización de las bases de datos pesqueros de los diferentes Estados miembros. En ellos, son definidas las unidades de desagregación que deberán ser empleadas para tratar este tipo de información, como es el caso del segmento de flota definido como un “grupo de barcos con un mismo rango de eslora (LOA⁵) y arte de pesca predominante durante el año” (CCE, 2008). A este respecto, el Apéndice II de este reglamento determina una serie de “regiones geográficas”, de entre las que la denominada “Atlántico norte (áreas ICES V-XIV y zona NAFO)”, en la cual se enmarca la zona de actuación de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, comprende los siguientes seis rangos de eslora (Apéndice III): “0-<10m”, “10-<12m”, “12-<18m”, “18-<24m”, “24-<40m” y “>40m”. Con respecto a la clasificación del arte de pesca predominante, la reglamentación establece un umbral superior al 50% anual de uso para clasificar los “barcos activos” en trece categorías, de las que solo tres se adecuan a la flota española del caso de estudio: “arrastre demersal”, “anzuelos” y “redes fijas”.

A efectos organizativos, la Comisión Europea ha recomendado la celebración de reuniones de coordinación regional (conocidas por sus siglas en inglés: RCM⁶) encargadas de identificar áreas para estandarización, colaboración y reparto de tareas de muestreo entre Estados miembros. Estas reuniones se celebran anualmente y acogen tanto Corresponsales Nacionales como biólogos y economistas de cada Estado miembro implicados en el programa DCF. El actual programa plurianual, cuya reciente implementación podría darle un carácter todavía preliminar, podrá ser revisado en su futura implementación en el próximo trienio (2011-2013).

⁵ “Length Over All”

⁶ “Regional Coordination Meeting”

3.2. MATERIAL Y MÉTODOS

El primer paso para desarrollar un análisis exhaustivo de la actividad pesquera de una flota pasa por encontrar la fuente de información más completa y veraz posible. Tradicionalmente, las estadísticas pesqueras españolas empleadas con fines científicos se han basado en datos totales de captura estimados a partir de hojas de venta, con los que luego son ponderados los parámetros biológicos (tallas, fecundidad, edad, etc...) obtenidos mediante programas de muestreo específicos desarrollados por organismos científico-pesqueros, entre ellos el Instituto Español de Oceanografía (IEO). No obstante, debido a la necesidad de estimaciones de esfuerzo pesquero, así como al carácter global exigido por el análisis que aquí se pretende llevar a cabo, se hace necesario recurrir a otras fuentes de información que abarquen el total de la actividad de la flota.

Actualmente, la única fuente de datos que cubre todas estas exigencias es la proporcionada por los diarios de pesca comunitarios. Los diarios de pesca son unos cuadernos de registro de capturas y datos técnicos de obligado cumplimiento por parte de los barcos comunitarios mayores de 10 m de eslora (CCE, 1983; 1993). Además de una visión completa de la actividad pesquera, su mayor ventaja con respecto a otras bases de datos radica en proporcionar información sobre la distribución geográfica de la misma, algo hasta ahora imposible de obtener a partir de programas de muestreo. Aún así, su calidad informativa no está exenta de incertidumbre, sobre todo con respecto a su escasa resolución taxonómica a la hora de la identificación de algunas especies, así como a su vulnerabilidad ante posibles declaraciones fraudulentas de captura, como puede ocurrir con aquellas procedentes de sobrecuota.

3.2.1. Base de datos

Los diarios de pesca de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas fueron facilitados por la Secretaría General del Mar (SGM), cubriendo al periodo trienal 2004-2006. El nivel de desagregación de los diarios de pesca viene determinado por la conjunción de cuatro parámetros (CCE, 1993): barco, arte, día y rectángulo estadístico ICES. De este modo, un barco debe registrar de forma diaria la captura retenida extraída de cada rectángulo estadístico en que haya operado cada vez que cambie de arte de pesca. Para la desagregación por rectángulo estadístico se emplean las cuadrículas que ICES utiliza para reticular el Atlántico nororiental, de 1º de longitud x 0,5º de latitud (30 millas náuticas cuadradas aproximadamente). Obviando las duplicidades debidas al rectángulo estadístico, la base de datos empleada constó de cerca de 130.000 registros o días de mar. La anotación diaria permite llegar a un nivel de desagregación inferior a la marea (cada uno de los viajes entre tierra y la zona de pesca), aunque superior al lance (cada una de las operaciones de pesca que componen la marea), ya que puede haber varios al día. La otra fuente de información utilizada fue el censo de flota pesquera operativa (CFPO), también facilitado por la SGM, que permite asignar cada barco a su respectivo caladero y modalidad, tal como es utilizado

por la Administración española. Entre ambas fuentes, una vez cruzadas, se obtiene una matriz con una serie de campos (Tabla 3.2.1.a) que pueden ser clasificados en los siguientes tres grandes bloques de información: información de la marea, características técnicas del buque y datos de la captura retenida.

Tabla 3.2.1.a. Campos informativos de los diarios de pesca facilitados por la Secretaría General del Mar (SGM) que han sido utilizados en la realización del presente trabajo.

Nivel	Campo	Descripción
Información de la marea	CÓDIGO DE MAREA	Número identificador de la marea
	FECHA SALIDA	Inicio de marea (día, mes y año de la salida al mar)
	FECHA REGRESO	Final de marea (día, mes y año de regreso a tierra)
	FECHA DESEMBARCO	Día (mes y año) de desembarco de la captura en puerto.
	PUERTO DE DESEMBARCO	Puerto donde fue desembarcada la captura.
	ARTE DE PESCA	Arte de pesca utilizado para realizar la captura.
Características técnicas del barco	CÓDIGO DEL BARCO	Identifica de forma individualiza cada barco sin dejar de mantener la confidencialidad.
	PUERTO BASE	Puerto de matriculación del barco.
	ESLORA	TOTAL ⁷ : Longitud del casco del barco medida como la distancia desde la proa hasta la popa, en metros.
		PP ⁸ : Longitud del casco del barco medida como la distancia entre la perpendicular de proa y la perpendicular de popa, en metros.
	ARQUEO	TRB: Arqueo bruto medido como el volumen total del buque, en toneladas de registro (1 TRB= 2.83 m ³).
		GT: Arqueo bruto calculado mediante la fórmula $GT = K1 V$, donde V es el volumen total de todos los espacios cerrados del buque (expresado en m ³) y $K1 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V$.
Información de la captura	POTENCIA	CV: Potencia del motor medida en caballos de vapor. kW ⁹ : Potencia del motor medida en kilovatios.
	FECHA CAPTURA	Día (mes y año) en que fue realizada la captura.
	RECTANGULO ICES	Rectángulo ICES en que fue realizada la captura. Estos rectángulos tienen unas dimensiones estándar de 1° de longitud * 0.5° de latitud, y cada uno es identificado mediante un código de cuatro dígitos.
	ZONA ICES	Zona ICES, que en este caso se circunscribe a las zonas VI, VII y VIII.
	ESPECIE	Nombre científico de la especie capturada. En ocasiones, algunas especies son agrupadas bajo Género o Familia, dependiendo del grado de dificultad en su identificación.
	CAPTURA	Captura desembarcada (peso vivo) de cada especie o grupo de especies, medido en kilogramos (kg).

⁷ En inglés, LOA: "Length Over All".

⁸ En inglés, LBP: "Length Between Perpendiculars".

⁹ La relación entre ambas unidades de potencia es: 1 kW = 1,359 CV.

3.2.2. Clasificación de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas

El método de trabajo empleado comienza con la obtención de una estructura de clasificación de los barcos que, respetando la utilizada a escala nacional por la Administración española, permita fácilmente dar respuesta tanto a los requerimientos del nuevo marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (DCF) como a los derivados del seguimiento de los planes de gestión basados en regulaciones de esfuerzo. Para ello se ha tenido que ampliar la jerarquía utilizada por la Administración española, esto es caladero/modalidad, con la creación de un sub-nivel que aquí denominaremos “Unidad de Gestión” (UG). La creación de este nuevo nivel permite la subdivisión de las modalidades, que la Administración española emplea en la matriculación de los buques, en grupos de actividad pesquera determinados por el tipo de arte o aparejo utilizado. De este modo, este nuevo nivel de clasificación establece un nexo entre las modalidades de matriculación de la flota y los *métiers* que se tratarán en la próxima Sección 4, esto es grupos homogéneos de actividad pesquera generalmente relacionados con la solicitud de determinados permisos de pesca (PEP o PTP).

3.2.3. Protocolo de exploración de los diarios de pesca

Para establecer las características que permitan caracterizar la actividad pesquera de cada UG se ha planteado el análisis de los siguientes campos:

- Administrativo: la legislación regula la actividad pesquera repartiendo el acceso a los caladeros (esfuerzo) y las posibilidades de pesca (TAC). A la hora de establecer la clasificación y división en UG, se ha respetado este punto de vista administrativo para que el análisis de las mismas permita obtener indicadores individuales aplicables a la gestión pesquera basada en flotas.
- Técnico: los barcos de cada UG tienen unas características técnicas determinadas (eslora, arqueo y potencia) que resultan fundamentales a la hora de desarrollar análisis económicos.
- Pesquero: a cada UG se le permite un tipo de arte con unas características técnicas determinadas, lo que repercutirá en su interacción con los recursos explotados afectando al número y tipo de especies capturadas.
- Logístico: las estrategias de desembarco, como la elección del puerto debido a razones generalmente comerciales, pueden resultar determinantes a la hora de diseñar programas de muestreo.

3.3. RESULTADOS

Como se ha descrito en la Sección 3.2.2, las modalidades de pesca española permitidas en aguas europeas atlánticas no ibéricas pueden ser desagregadas en 6 Unidades de Gestión por tipo de arte y arqueo del buque (Tabla 3.3). La modalidad de arrastre emplea actualmente dos tipos de arte: arrastre de fondo con puertas (OTB¹⁰, en sus siglas en inglés) y arrastre de fondo en pareja (PTB¹¹). Por su parte, la modalidad de artes fijas emplea en la actualidad el palangre de fondo (LLS¹²) y el enmalle de fondo (GNS¹³). Los acrónimos elegidos para la codificación de las Unidades de Gestión se componen de tres letras y dos números. Las letras respetan el código utilizado en la reglamentación comunitaria (CCE, 2006c) para cada tipo de arte. Por su parte, los números indican el caladero y el *métier*, respectivamente. En el primero, para identificar los dos caladeros de aguas comunitarias permitidos a la flota española se eligieron los números “5” (aguas occidentales europeas) y “6” (golfo de Vizcaya)¹⁴. El último dígito indica, cuando éste es “0”, el total de la UG, o bien los posibles *métiers* en que pueda llegar a desagregarse cuando su valor se encuentra en el rango “1-9”.

Tabla 3.3. Clasificación de la flota española de aguas europeas no ibéricas según caladero, modalidad y Unidad de Gestión, tal como será empleada en la presente tesis, junto al acrónimo identificativo que se utilizará para simplificar su denominación.

Caladero	Modalidad	Unidad de Gestión	Acrónimo
Límites geográficos de la Comisión de Pesca del Atlántico Nordeste (NEAFC): zonas ICES Vb, VI, VII y VIIIabde	ARRASTRE DE FONDO	Buques que utilizan arrastre de fondo con puertas	OTB50
		Buques que utilizan arrastre en pareja	PTB50
	ARTES FIJAS DE BUQUES >100 TRB	Buques >100 TRB que utilizan palangre de fondo	LLS50
		Buques >100 TRB que utilizan enmalle de fondo	GNS50
Divisiones ICES VIIIabd (aguas comunitarias del golfo de Vizcaya)	ARTES FIJAS DE BUQUES <100 TRB	Buques <100 TRB que utilizan palangre de fondo	LLS60
		Buques <100 TRB que utilizan enmalle de fondo	GNS60

¹⁰ “Bottom otter trawl”

¹¹ “Pair bottom trawl”

¹² “Set long line”

¹³ “Set gillnet”

¹⁴ Esta sucesión ordinal respeta los caladeros existentes en aguas nacionales: Cantábrico-noroeste (1), golfo de Cádiz (2), Mediterráneo (3) y Canarias (4)

El análisis del censo de flota pesquera operativa (CFPO) de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas proporcionó, previo a su desagregación en UG, una capacidad pesquera de un total de 214 barcos oficialmente censados durante el trienio de estudio, repartidos por caladero del siguiente modo:

- 188 buques de la flota de altura, gran altura y buques palangreros mayores de 100 TRB con derechos de pesca en aguas de otros Estados miembros de la Unión Europea, excepto Portugal, dentro de los límites geográficos de la Comisión de Pesca del Atlántico Nordeste (NEAFC).
- 26 buques menores de 100 TRB con posibilidades de pesca bajo la modalidad de artes fijas en las divisiones ICES VIIIabd.

3.3.1. Modalidad de arrastre de aguas europeas atlánticas no ibéricas que utiliza arrastre de fondo con puertas (OTB50)

Durante el período de estudio (2004-2006), la flota española de arrastre de fondo con puertas autorizada a faenar en aguas europeas atlánticas no ibéricas realizó un esfuerzo medio anual de 21.985 días de pesca y declaró un desembarco medio anual de 33.090 t. La marea media se compuso de 13,5 días en total, contabilizando ruta y pesca, de los que 10,7 corresponden a días de pesca. No obstante, se encontraron notables diferencias por zona ICES, en función de la distancia entre puerto base y caladero: 13 días por marea en zona VI (6,2 días de pesca), 16,2 días por marea en zona VII (12,7 días de pesca) y 8,8 días por marea en zona VIII (5,5 días de pesca). El número de barcos medio anual de la Unidad de Gestión OTB50 con actividad pesquera recogida en los diarios de pesca durante el trienio de estudio fue de 91, cuyas características técnicas medias, una vez ponderadas al esfuerzo realizado, fueron de 34,1 m de eslora ($\sigma=3,4$), 198,6 t de arqueado bruto (TRB) ($\sigma=41,2$) y 427,9 kW de potencia ($\sigma=128,6$). En cuanto a los segmentos de flota (LOA) empleados bajo el DCF, encontramos 88 barcos en el rango de eslora "24-40m" y 3 barcos en el rango ">40m".

La actividad de OTB50 se distribuye desde la zona ICES VI hasta la división VIIIb, aunque presenta su mayor concentración en la división VIIj (Figura 3.3.1.a). En zona VI presenta dos áreas de explotación separadas, una al oeste de las islas Hébridas (división VIa) y otra en el banco de Rockall (división VIb). Dentro de la zona VII, su esfuerzo se concentra en el banco de Gran Sol (división VIIj) y la cara este del banco de Porcupine (divisiones VIIck). En zona VIII, el esfuerzo ejercido se reparte por igual en ambas divisiones de la plataforma francesa, VIIla y VIIlb. Desde el punto de vista espacio-temporal, el esfuerzo mantiene un nivel regular a lo largo del año en su principal zona de pesca, la división VIIj, pero estacional en caladeros que parecen secundarios, como la división VIIk en primavera-verano y la división VIIlb en otoño-invierno (Figura 3.3.1.b).

La composición específica de la captura retenida resulta altamente mixta, destacando gallos (*Lepidorhombus* spp., Günter 1862), merluza (*Merluccius merluccius*, L. 1758), rapés

(*Lophius* spp., Artedi 1758), mendo (*Glyptocephalus cynoglossus*, L. 1758) y rayas (Rajidae, L. 1758) (Figura 3.3.1.c). Hay que tener en cuenta que la cigala (*Nephrops norvegicus*, L. 1758), a pesar de presentar un porcentaje inferior al 3% en peso, resulta de gran importancia estratégica para esta flota debido a su elevado valor comercial. El análisis de los desembarcos de esta UG por zona ICES indica que el 79% de los mismos proviene de zona VII, y solo un 17% y 4% son capturados en las zonas VIII y VI, respectivamente. También se observan diferencias en la composición específica proveniente de cada una de estas zonas de pesca (Figura 3.3.1.d). En zona VI predominan gádidos como merluza y marucas y, dentro de los peces planos, el mendo resulta más abundante que los gallos. Sin embargo, en zona VII son éstos los que predominan, además de cobrar especial relevancia la cigala. Por su parte, los desembarcos de OTB50 procedentes de zona VIII se caracterizan por una composición específica altamente mixta, incluyendo tanto especies demersales como pelágicas. El análisis mensual de la captura desembarcada no muestra patrones estacionales especialmente marcados en ninguna de las especies principales, salvo en la cigala (Figura 3.3.1.e). Las mayores capturas de esta especie se concentran a finales de primavera y principios de verano, siendo el trimestre mayo-julio el que proporciona la mitad de los desembarcos anuales.

Los desembarcos de OTB50 se realizan fundamentalmente en puertos españoles, en particular en el puerto gallego de Vigo, donde se descarga la mitad de la captura desembarcada por esta UG (Figura 3.3.1.f). Sin embargo, se observan diferentes estrategias de desembarco que cabe reseñar. Por una parte, los puertos de Vigo y Marín presentan cierta especialización en la descarga de especies planas, con más del 70% de los desembarcos de gallos, mendo y rayas. Por otra, los puertos de A Coruña y Celeiro concentran el 43% del desembarco total de merluza y el 63% del de cigala. Una composición de especies similar a ésta aparece también en los puertos irlandeses de Castletown y Dingle. El puerto vasco de Ondarroa destaca por la elevada descarga de especies secundarias.

Figura 3.3.1.a. Distribución geográfica del esfuerzo anual (días de pesca) de OTB50. Media interanual del trienio 2004-2006.

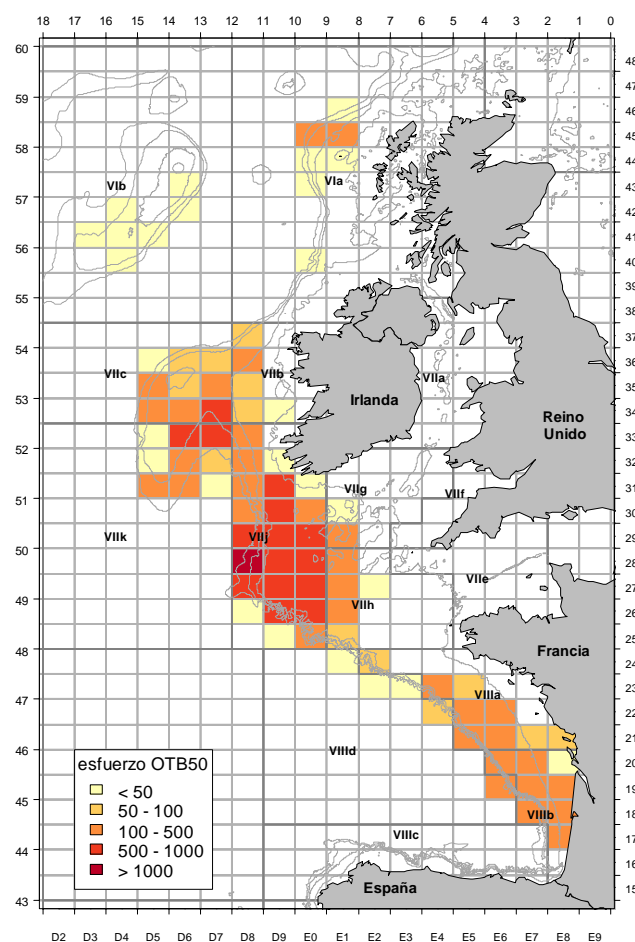


Figura 3.3.1.b. Distribución espacio-temporal del esfuerzo (días de pesca) de OTB50 por mes y zona ICES. Media interanual del trienio 2004-2006.

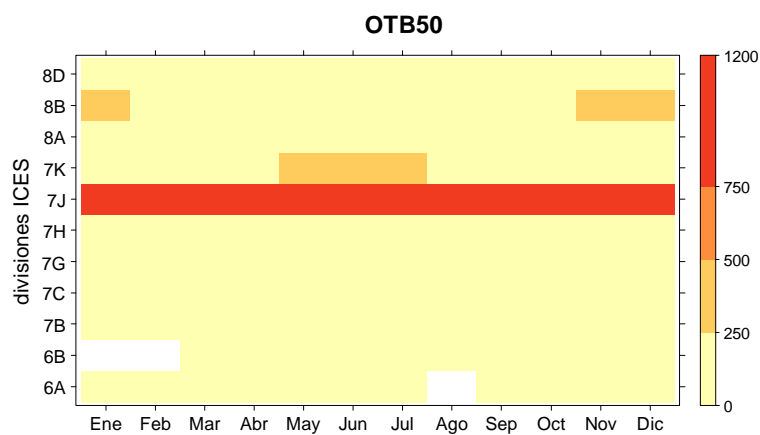


Figura 3.3.1.c. Composición de especies de la captura desembarcada por OTB50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

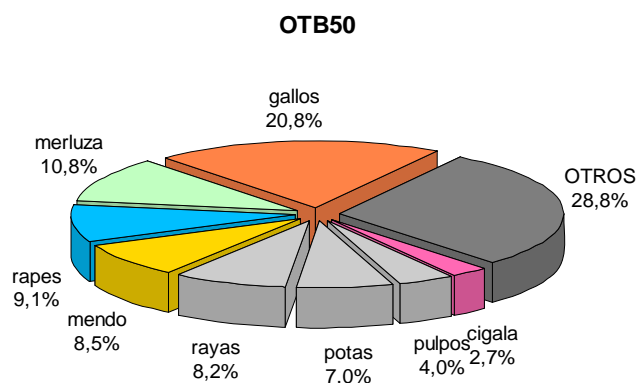


Figura 3.3.1.d. Composición de especies de los desembarcos de OTB50 por zona ICES. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

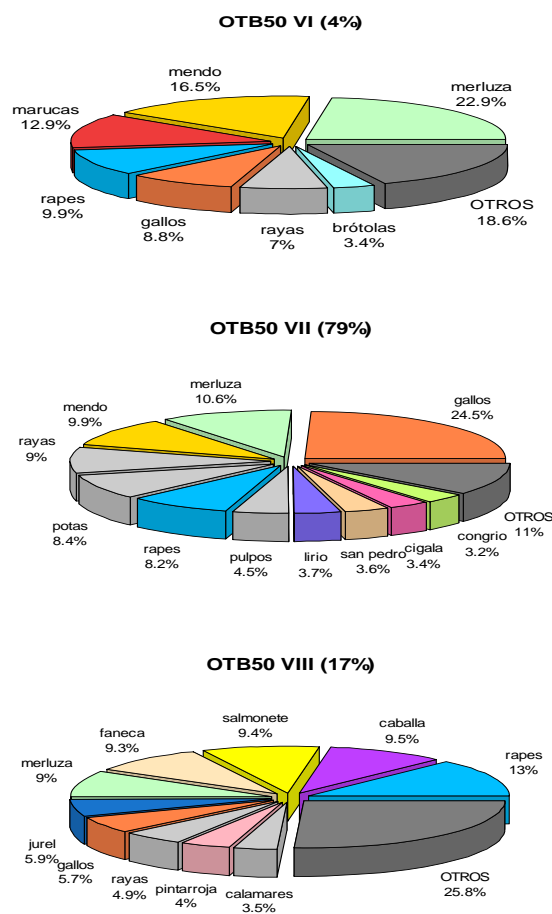


Figura 3.3.1.e. Análisis mensual de los desembarcos (t) de las principales especies capturadas por OTB50. Media interanual del trienio 2004-2006.

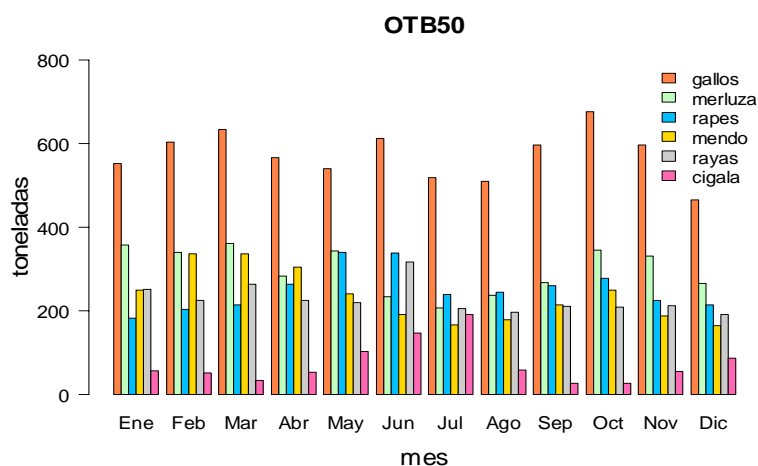
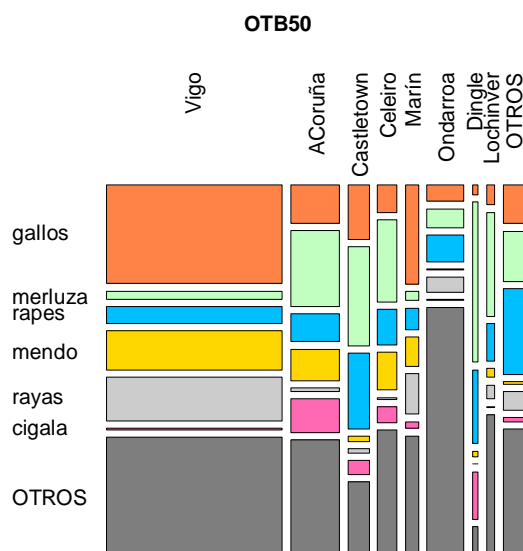


Figura 3.3.1.f. Diagrama de distribución de las descargas por puerto y especie de OTB50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies y puertos con desembarcos inferiores al 3%. Las áreas son proporcionales a la cantidad desembarcada.



3.3.2. Modalidad de arrastre de aguas europeas atlánticas no ibéricas que utiliza arrastre de fondo en pareja (PTB50)

Durante el período de estudio (2004-2006), la flota española de arrastre de fondo autorizada a faenar a la pareja en aguas europeas atlánticas no ibéricas realizó un esfuerzo medio anual de 3.526 días de pesca y declaró un desembarco medio anual de 7.270 t. La marea media se compuso de 7,3 días, de los que 5,7 corresponden a días de pesca. Por zona ICES, encontramos mareas de 11,4 días de media en zona VII (6,8 días de pesca) y 6,9 días en zona VIII (5,5 días de pesca). La actividad pesquera recogida en los diarios de pesca fue realizada por un total de 15 barcos anuales (media del trienio 2004-2006). De éstos, la mayoría mostró actividad exclusiva bajo esta modalidad de arrastre en pareja, salvo un buque que también ejerció similares niveles de esfuerzo bajo la modalidad de arrastre con puertas, aunque nunca en el mismo año. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de esta flota fueron de 35,7 m de eslora ($\sigma=3,8$), 218,4 t de arqueado bruto (TRB) ($\sigma=50,1$) y 530,8 kW de potencia ($\sigma=168,9$). En cuanto a segmentos de flota DCF, encontramos 14 barcos en el rango de eslora “24-<40m” y 1 barco en el rango “>40m”. El esfuerzo de esta flota se concentra fundamentalmente en las divisiones VIIa y VIIb, con una presencia prácticamente residual en zonas de talud de la división VIIj (Figura 3.3.2.a). Dentro de zona VIII, el esfuerzo parece concentrarse en la división VIIa durante la primera parte del año para dirigirse a la división VIIb a partir de mayo, aunque experimentando un marcado descenso en los meses de julio y agosto (Figura 3.3.2.b).

El análisis de la captura desembarcada por esta UG muestra un perfil altamente monoespecífico, en el que la merluza representa más del 80% de la captura total desembarcada (Figura 3.3.2.c). Ya muy lejos, como especies secundarias aparecen fanecas (*Trisopterus* spp., Rafinesque 1814), eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*, L. 1758) y brótolas (*Phycis* spp., Artedi 1792). En consonancia con la distribución geográfica del esfuerzo, los desembarcos totales proceden en su mayoría de la zona VIII (86%). El predominio de la merluza se mantiene en la composición específica de cada zona ICES, aunque se observan diferencias en las especies secundarias: las brótolas solo aparecen en los desembarcos procedentes de las capturas realizadas en zona VII, mientras que el eglefino y las fanecas solo aparecen en zona VIII (Figura 3.3.2.d). El análisis mensual de la captura desembarcada de merluza presenta un marcado descenso en julio y agosto similar al observado en el esfuerzo (Figura 3.3.2.e). De modo similar, la aparente estacionalidad observada en la captura de las especies secundarias parece obedecer más a la distribución estacional del esfuerzo entre zonas geográficas que a la biología de las mismas. Con respecto a las descargas, éstas fueron realizadas en puertos cercanos a la zona explotada. Más de la mitad, en el puerto vasco de Ondarroa (57%), y una cuarta parte, en los puertos franceses de Lorient y La Pallice (Figura 3.3.2.f). Las capturas de brótolas fueron desembarcadas exclusivamente en el puerto gallego de Celeiro.

Figura 3.3.2.a. Distribución espacial del esfuerzo anual (días de pesca) de PTB50. Media del trienio 2004-2006.

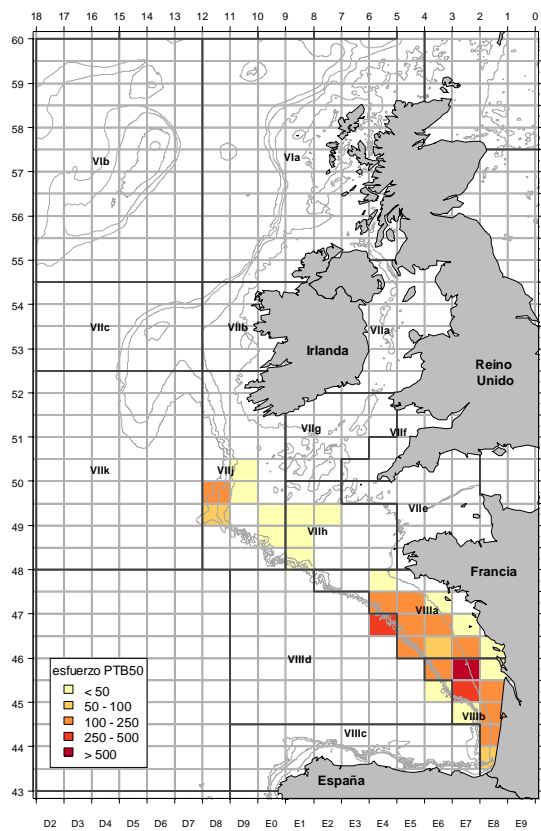


Figura 3.3.2.b. Distribución espacio-temporal del esfuerzo (días de pesca) de PTB50 por mes y zona ICES. Media del trienio 2004-2006.

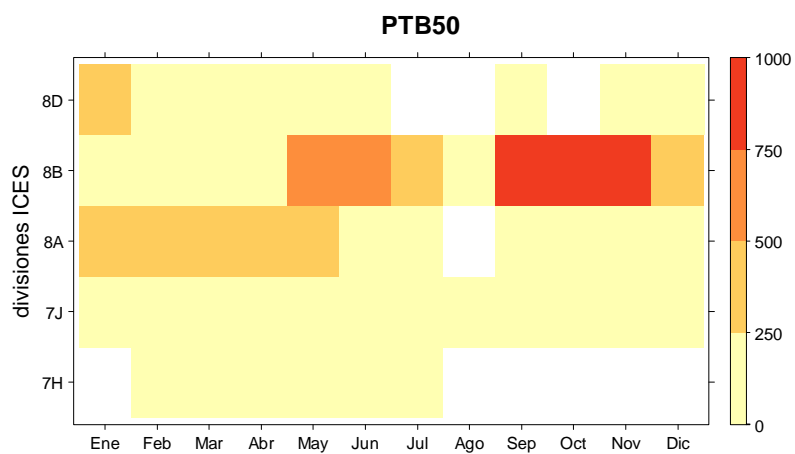


Figura 3.3.2.c. Composición de especies de los desembarcos de PTB50. Media del trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

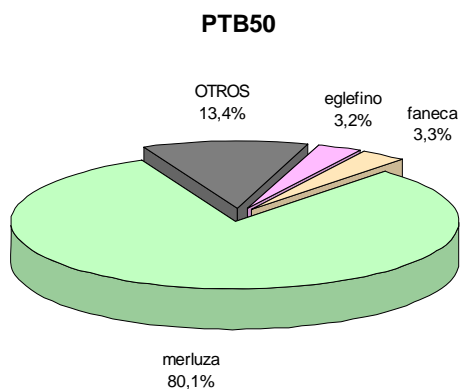


Figura 3.3.2.d. Composición de especies por zona ICES de PTB50. Media del trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

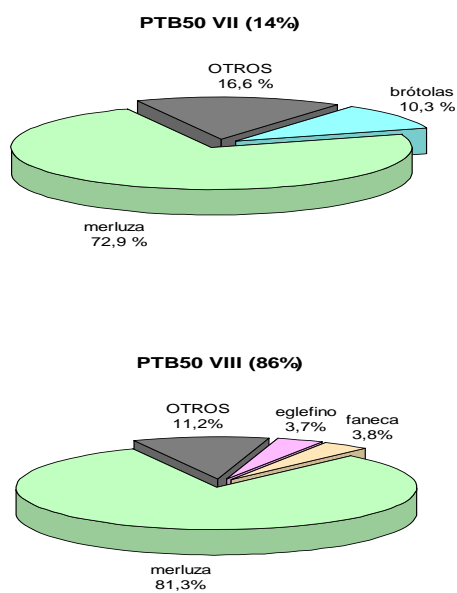


Figura 3.3.2.e. Análisis mensual de los desembarcos (t) de las especies principales de PTB50. Media del trienio 2004-2006.

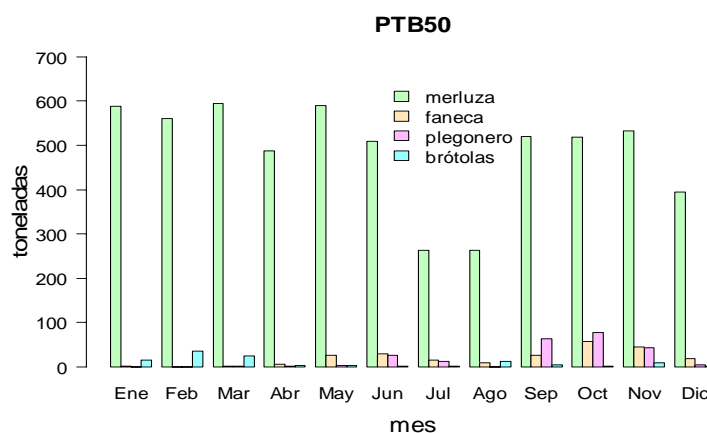
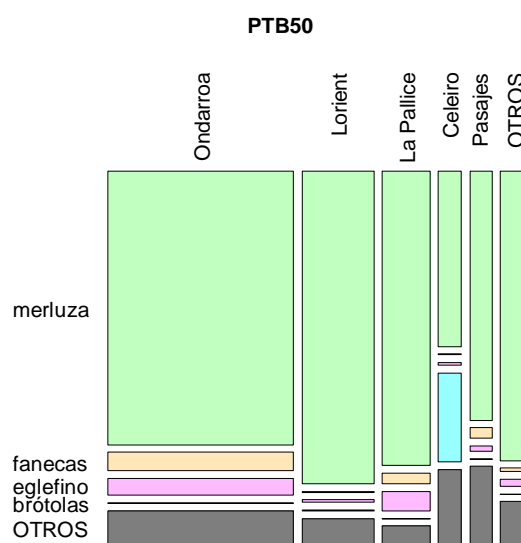


Figura 3.3.2.f. Diagrama de distribución de las descargas por puerto y especie de PTB50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies y puertos con desembarcos inferiores al 3%. Las áreas son proporcionales a la cantidad desembarcada.



3.3.3. Modalidad de artes fijas de buques mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando palangre de fondo (LLS50)

Durante el período de estudio (2004-2006), la flota española mayor de 100 TRB con licencia para faenar con palangre de fondo en aguas europeas atlánticas no ibéricas realizó un esfuerzo medio anual de 11.817 días de pesca y declaró un desembarco medio anual de 12.260 t. La marea media se compuso de 16,1 días en total (12,7 días de pesca), aunque con diferencias por zona ICES: 14,5 días de marea en zona VI (11,3 días de pesca), 16,8 días en zona VII (13,3 días de pesca) y 11,9 días de marea en zona VIII (9,1 días de pesca). La actividad pesquera recogida en los diarios de pesca fue realizada por un total de 54 barcos anuales (media del trienio 2004-2006). Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de la flota operativa fueron de 31,4 m de eslora ($\sigma=2,4$), 178,3 t de arqueado bruto (TRB) ($\sigma=39,3$) y 452,7 kW de potencia ($\sigma=118,0$). En cuanto a segmentos de flota DCF, todos los buques de esta UG se encuentran en el rango "24-40m". El reparto geográfico del esfuerzo de esta flota indica que su actividad se extiende desde la zona VI, al norte, hasta la división VIIIb, al sur (Figura 3.3.3.a). No obstante, lo hace de forma desigual, concentrándose en zonas de talud, especialmente al sur del banco de Gran Sol en la división VIIj. El análisis espacio-temporal del esfuerzo muestra cierta estacionalidad, con un aumento del esfuerzo en zona VI durante el primer semestre, particularmente en primavera (Figura 3.3.3.b).

En la composición específica de la captura desembarcada por esta UG destaca la merluza como especie principal, seguida de lejos de marucas (*Molva* spp., Lesueur 1819), congrio (*Conger conger*, L. 1758) y brótolas (Figura 3.3.3.c). La distribución de los desembarcos por unidad geográfica ICES muestra que más de dos tercios provienen de zona VII (68%), siendo el resto mayoritariamente de zona VI (27%). La composición de especies de los desembarcos procedentes de cada una de estas zonas no muestra grandes diferencias salvo por el gradiente norte-sur que resulta creciente en congrio y decreciente para marucas (Figura 3.3.3.d). El análisis mensual de los desembarcos revela un aumento en primavera sostenido fundamentalmente por los desembarcos de merluza (Figura 3.3.3.e). El reparto de las descargas por puerto indica el predominio de puertos españoles, particularmente los puertos gallegos de Burela y Celeiro (Figura 3.3.3.f). Sin embargo, también puede observarse un moderado porcentaje de descargas en puertos irlandeses, escoceses y franceses. El patrón general de desembarcos muestra un predominio de merluza en todos los puertos salvo Lorient, cuyas descargas se componen casi exclusivamente de congrio y marucas, y Ribeira, con predominio de marucas y brótolas.

Figura 3.3.3.a. Distribución geográfica del esfuerzo (días de pesca) de LLS50. Media del trienio 2004-2006.

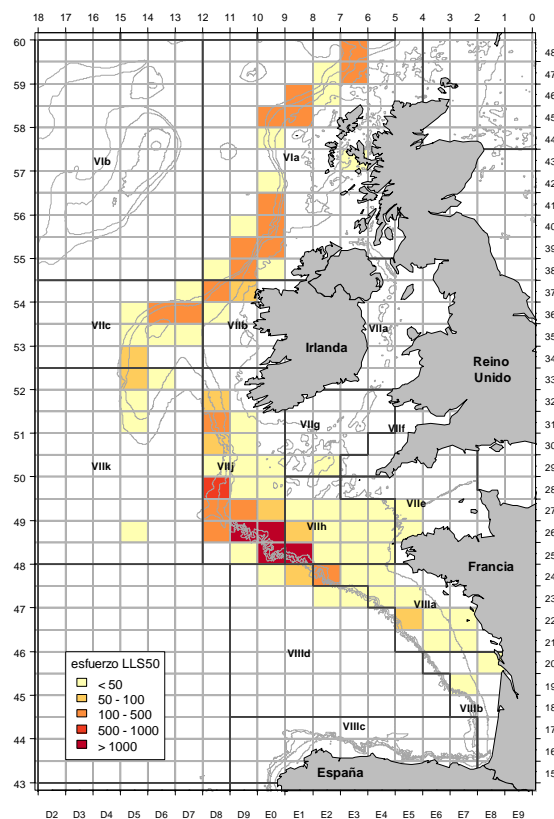


Figura 3.3.3.b. Distribución espacio-temporal del esfuerzo (días de pesca) de LLS50 por mes y zona ICES. Media del trienio 2004-2006.

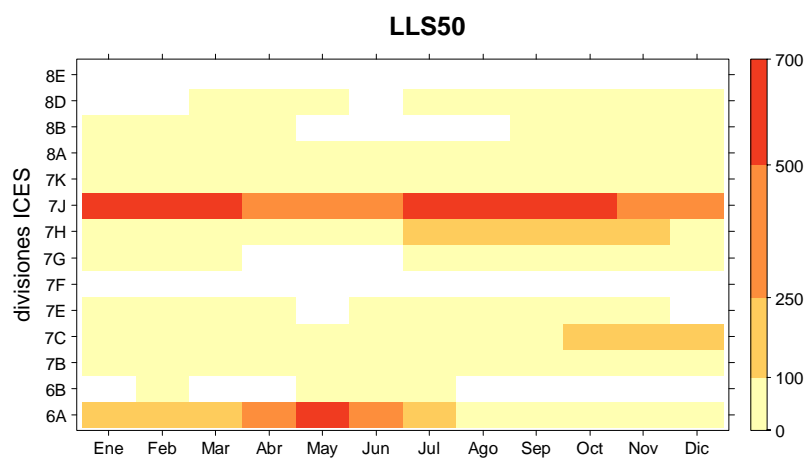


Figura 3.3.3.c. Composición de especies de la captura desembarcada por LLS50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

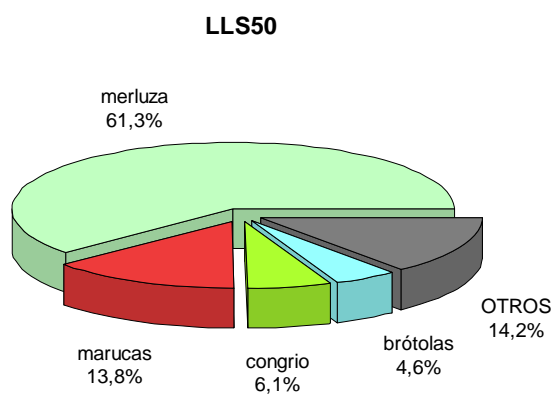


Figura 3.3.3.d. Composición de especies de la captura desembarcada por LLS50 por zona ICES. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

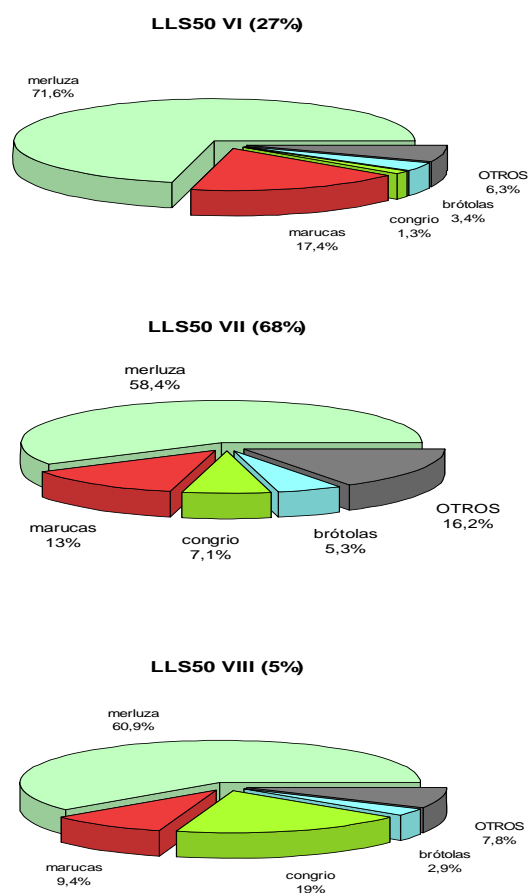


Figura 3.3.3.e. Análisis mensual de la captura (t) de las principales especies desembarcadas por LLS50. Media del trienio 2004-2006.

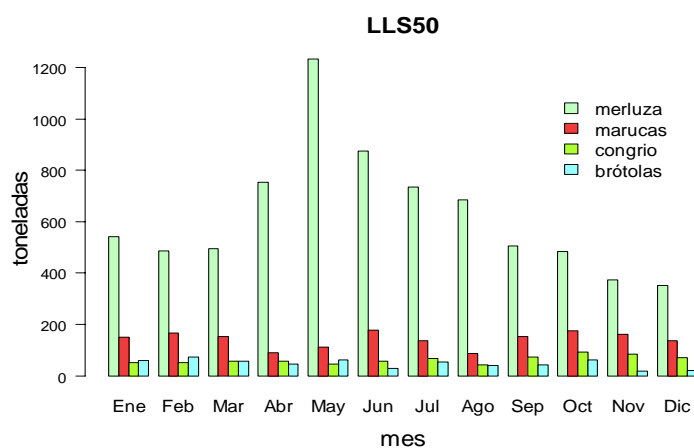
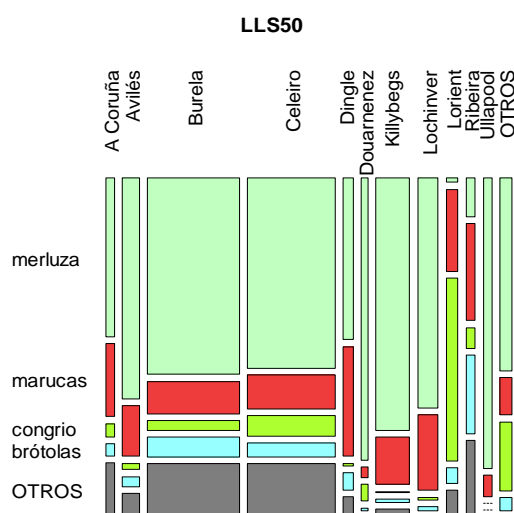


Figura 3.3.3.f. Diagrama de distribución de las descargas por puerto y especie de LLS50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies y puertos con desembarcos inferiores al 3%. Las áreas son proporcionales a la cantidad desembarcada.



3.3.4. Modalidad de artes fijas de buques mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando enmalle de fondo (GNS50)

Durante el período de estudio (2004-2006), la flota española mayor de 100 TRB con licencia de pesca para faenar con enmalle de fondo en aguas comunitarias atlánticas no ibéricas realizó un esfuerzo medio anual de 1.882 días de pesca y declaró un desembarco medio anual de 2.033 t. La marea media se compuso de 12,9 días en total (8,9 días de pesca), sin presentar grandes diferencias por zona ICES: 12,9 días en zona VII (8,9 días de pesca) y 11,3 días en zona VIII (8,4 días de pesca). La actividad pesquera recogida en los diarios de pesca fue realizada por un total de 11 barcos anuales (media del trienio 2004-2006), de los que una media interanual de 3 buques simultaneó esta modalidad con la de palangre de fondo en algún momento del período. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias fueron de 30 m de eslora ($\sigma=2,4$), 149,6 t de arqueo bruto (TRB) ($\sigma=22,6$) y 384,5 kW de potencia ($\sigma=70,8$). En cuanto a los segmentos de flota DCF, todos los barcos de esta UG se encuentran dentro del rango de eslora “24-40m”.

El reparto geográfico de dicho esfuerzo muestra que la actividad de esta flota se circunscribe a las zonas VII y VIII, presentando sus mayores concentraciones al sur del banco de Gran Sol (división VIIj) y área de la Grande Vasiere (división VIIa) (Figura 3.3.4.a). La actividad de esta UG muestra un comportamiento estacional (Figura 3.3.4.b). Durante el primer trimestre concentra su esfuerzo en la división VIIa, para luego desplazarse hacia la división VIIj, donde se establece durante la primavera y, en menor medida, en el verano. En otoño, el esfuerzo se desplaza hacia la división VIIk, aunque aquí el nivel de esfuerzo resulta muy inferior al desarrollado en las etapas anteriores.

La composición específica del desembarco muestra una flota altamente dirigida a merluza, especie que proporciona el 71% del desembarco total en peso, seguida de leijos de marucas y gallineta (*Helicolenus dactylopterus*, Delaroche 1809) (Figura 3.3.4.c). La procedencia de la captura retenida indica un reparto en volumen de desembarcos similar entre zonas ICES. Sin embargo, la composición específica de ambas zonas muestra diferencias respecto a las especies secundarias, marucas y gallineta, que provienen mayoritariamente de zona VII (Figura 3.3.4.d). La distribución mensual de los desembarcos muestra sus mayores rendimientos en el primer semestre (Figura 3.3.4.e), coincidentes con la distribución del esfuerzo descrita anteriormente. Esta estacionalidad viene sostenida fundamentalmente por la captura de merluza, la especie mayoritaria, ya que las marucas resultan más abundantemente capturadas durante el segundo semestre. Los desembarcos de esta UG se realizan tanto en puertos españoles, entre los que destaca el puerto gallego de Celeiro, como extranjeros, fundamentalmente franceses e irlandeses (Figura 3.3.4.f). El análisis de los desembarcos desagregados por especie revela un patrón relativamente similar entre gádidos (merluza y marucas), pero distinto para gallineta, cuyo 62% es desembarcado en el puerto irlandés de Dingle.

Figura 3.3.4.a. Distribución espacial del esfuerzo (días de pesca) de GNS50. Media del trienio 2004-2006.

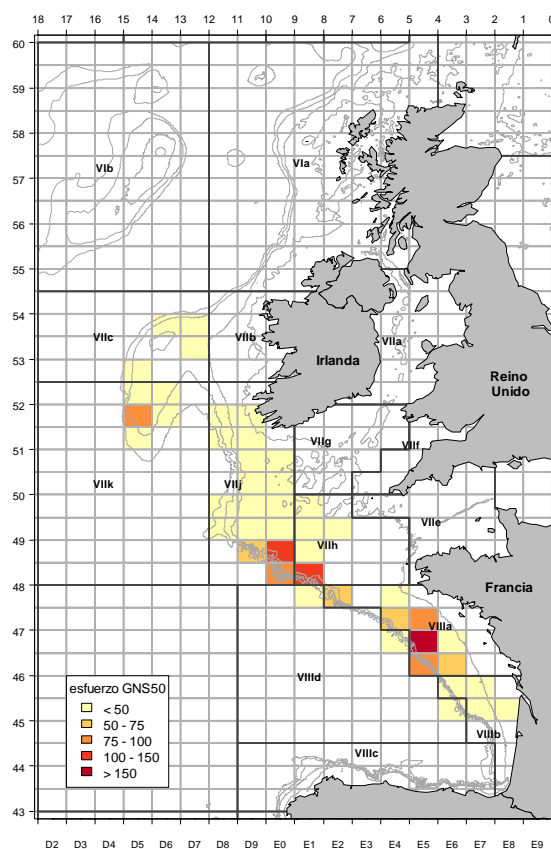


Figura 3.3.4.b. Distribución temporal del esfuerzo (días de pesca) de GNS50 por mes y zona ICES. Media trienal 2004-2006.

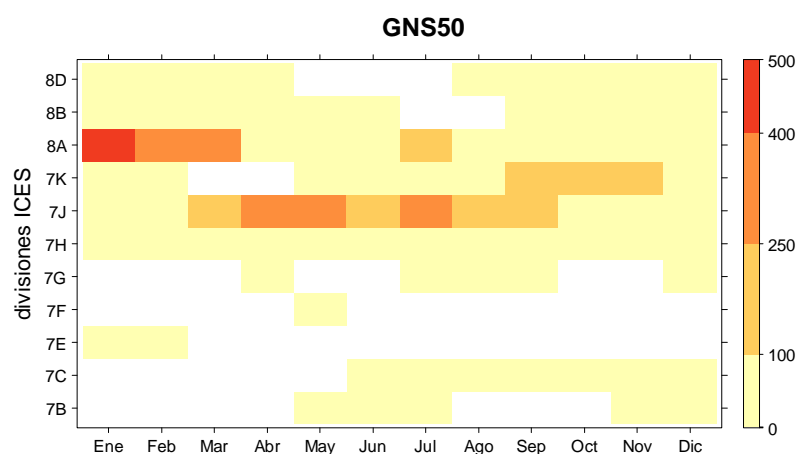


Figura 3.3.4.c. Composición específica de la captura desembarcada por GNS50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

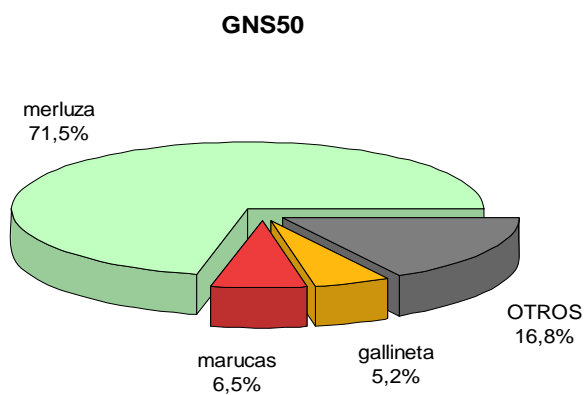


Figura 3.3.4.d. Composición de especies de la captura desembarcada por GNS50 por zona ICES. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

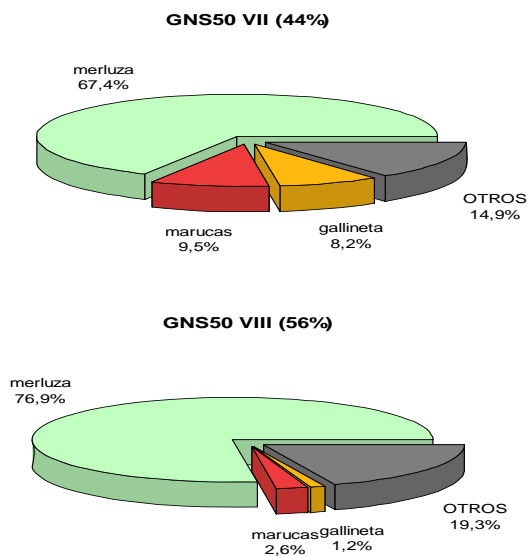


Figura 3.3.4.e. Análisis mensual de la captura (t) de las principales especies desembarcadas por GNS50. Media del trienio 2004-2006.

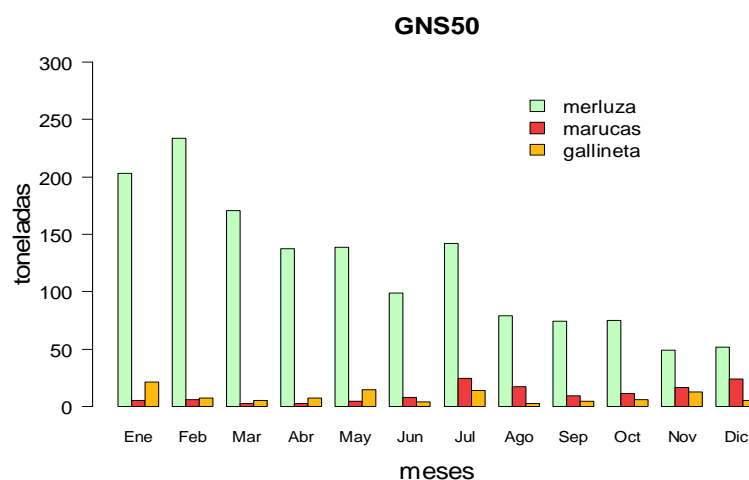
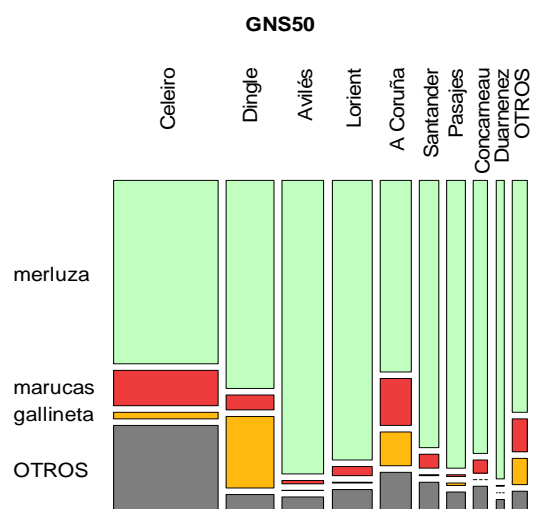


Figura 3.3.4.f. Diagrama de distribución de las descargas por puerto y especie de GNS50. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies y puertos con desembarcos inferiores al 3%. Las áreas son proporcionales a la cantidad desembarcada.



3.3.5. Modalidad de artes fijas de buques menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando palangre de fondo (LLS60)

Durante el período de estudio (2004-2006), la flota española menor de 100 TRB con licencia de pesca para faenar con palangre de fondo en aguas europeas atlánticas no ibéricas estuvo compuesta por una media anual de 10 barcos, los cuales realizaron un esfuerzo medio anual de 1.255 días de pesca y declararon un desembarco medio anual de 1.134 t. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de la flota operativa fueron de 23,8 m de eslora ($\sigma=1,7$), 76,1 de arqueado bruto (TRB) ($\sigma=17,3$) y 262 kW de potencia ($\sigma=68,0$). En cuanto a los segmentos de flota DCF, encontramos 4 barcos en el rango “18-24m” y 6 barcos en el rango “24-40m”. La marea media se compuso de 12,5 días totales (8,3 días de pesca), aunque con diferencias por zona ICES: 10,4 días en zona VII (6,9 días de pesca) y 12,9 días en zona VIII (8,3 días de pesca). El reparto geográfico del esfuerzo de esta flota no solamente se circunscribe a la zona VIII, sino que también muestra actividad al sur de la división VIIj (Figura 3.3.5.a). Con respecto a la distribución temporal del esfuerzo, se observa un aumento generalizado en el segundo semestre del año, aunque el realizado en la división VIIj resulta superior en primavera y verano (Figura 3.3.5.b).

La composición específica de los desembarcos de esta flota muestra un carácter particularmente mixto, con capturas de merluza, brótolas, quelvachos (*Centrophorus* spp., Müller & Henle 1837), congrio, marucas y alfonsinos (*Beryx* spp., Cuvier 1829) (Figura 3.3.5.c). El grupo “OTROS”, en el que se agrupan las especies con desembarcos inferiores al 3%, también incluye otros tiburones de la familia Squalidae a la que pertenecen los quelvachos, como pailonas (*Centroscymnus coelolepis*, Barbosa & de Brito 1864) y viseras (*Deania calcea*, Lowe 1839). El reparto de los desembarcos totales por zona ICES evidencia la importancia de la zona VIII, responsable de más de dos tercios de los desembarcos (71%). No obstante, resultan llamativas las grandes diferencias en la composición específica de los desembarcos procedentes de cada zona ICES. En zona VII, son las brótolas las que predominan con más del 60% de las capturas, acompañadas de quelvachos y sables (Trichiuridae, L. 1758). En zona VIII, casi la mitad de los desembarcos se componen de merluza y congrio (Figura 3.3.5.d). El análisis mensual de los desembarcos muestra diferencias por especie. Los mayores niveles de desembarco de merluza se observan en verano, los de brótolas en primavera-verano, los de congrio y marucas en otoño y los de quelvachos en otoño-invierno (Figura 3.3.5.e).

Los desembarcos de esta UG durante el trienio de estudio se realizaron fundamentalmente en puertos españoles, principalmente Avilés y Burela (Figura 3.3.5.f). Sin embargo, muestran diferentes estrategias de desembarco, ya que la merluza fue desembarcada fundamentalmente en el primero y las brótolas en el segundo. Por otro lado, más de un tercio de los desembarcos de quelvachos y una cuarta parte de los de congrio fueron desembarcados en el puerto francés de Lorient.

Figura 3.3.5.a. Distribución espacial del esfuerzo (días de pesca) de LLS60. Media del trienio 2004-2006.

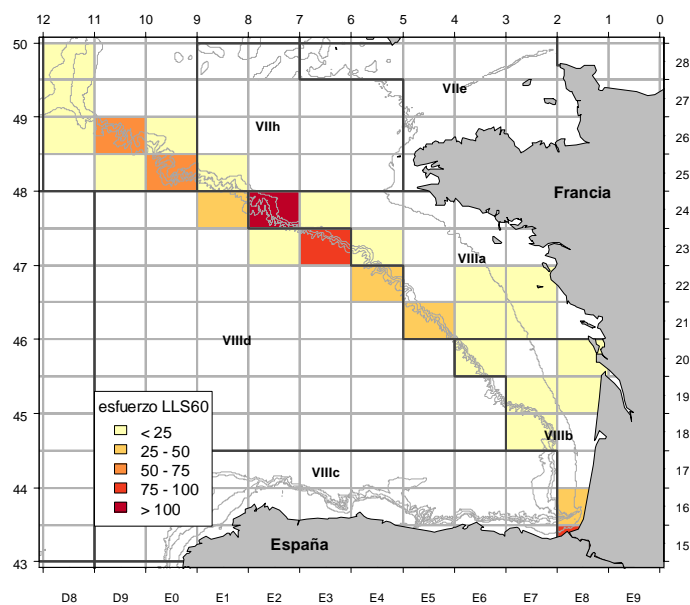


Figura 3.3.5.b. Distribución espacio-temporal del esfuerzo (días de pesca) de LLS60. Media del trienio 2004-2006.

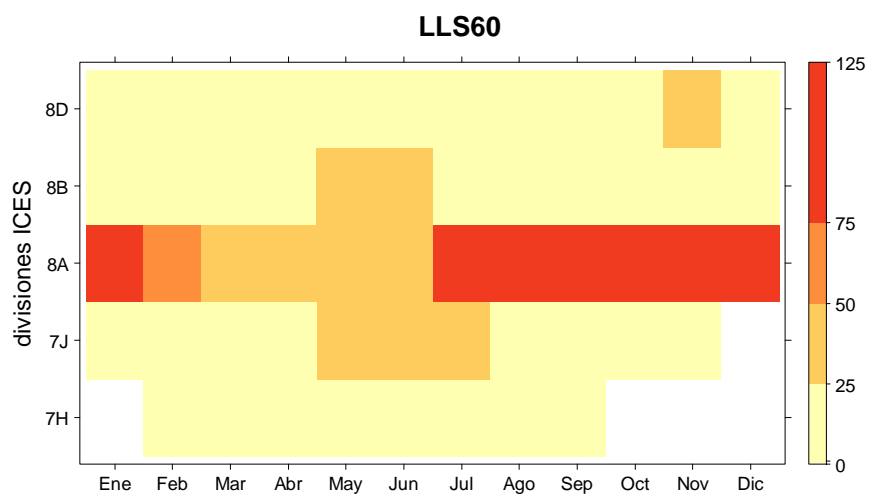


Figura 3.3.5.c. Composición específica de la captura desembarcada por LLS60. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

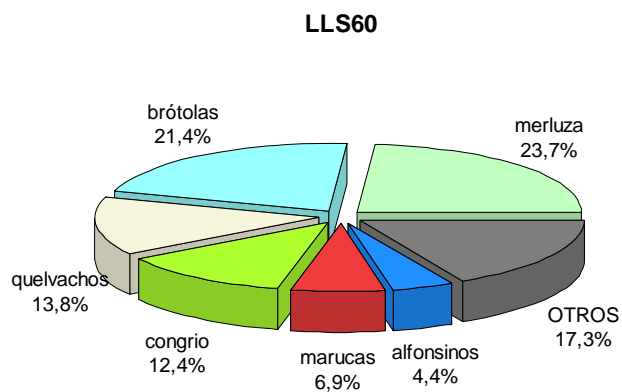


Figura 3.3.5.d. Composición específica de los desembarcos de LLS60 por zona ICES. Media del trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

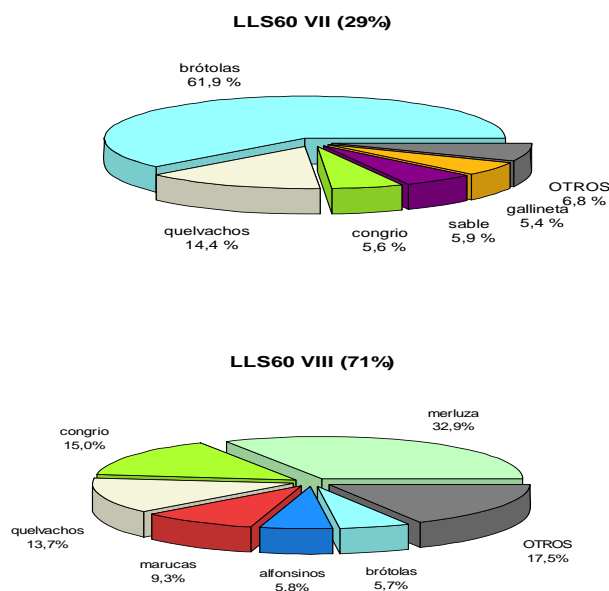


Figura 3.3.5.e. Distribución mensual por especie de la captura desembarcada por LLS60. Media del trienio 2004-2006.

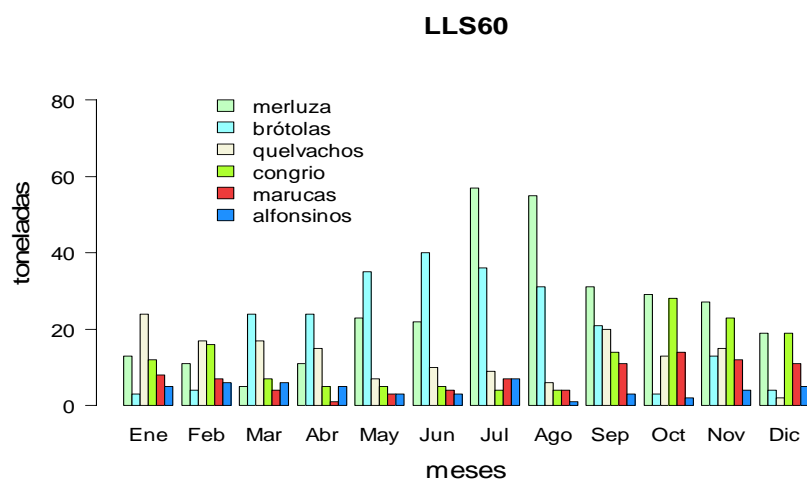
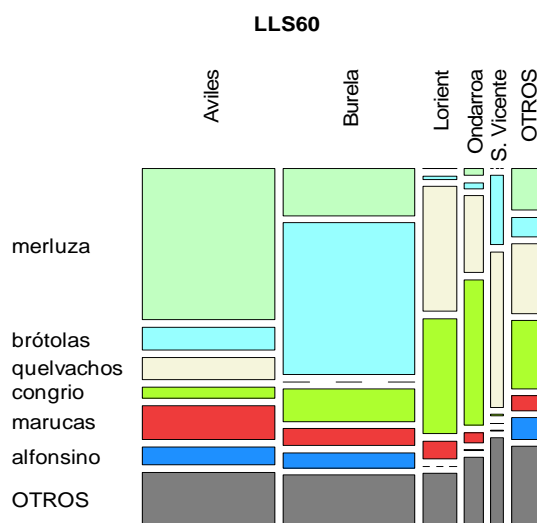


Figura 3.3.5.f. Diagrama de distribución de las descargas por puerto y especie de LLS60. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies y puertos con desembarcos inferiores al 3%. Las áreas son proporcionales a la cantidad desembarcada.



3.3.6. Modalidad de artes fijas de buques menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas utilizando enmalle de fondo (GNS60)

Durante el período de estudio (2004-2006), la flota española menor de 100 TRB con licencia de pesca para faenar con enmalle de fondo en aguas europeas atlánticas no ibéricas realizó un esfuerzo medio anual de 2.549 días de pesca y declaró un desembarco medio anual de 2.120 t. La actividad pesquera recogida en los diarios de pesca fue realizada por una media anual de 19 barcos, de los que 4 alternaron esta actividad con la de palangre de fondo en el mismo año. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de la flota operativa fueron de 23,9 m de eslora ($\sigma=2,2$), 75,4 t de arqueo bruto (TRB) ($\sigma=18,8$) y 254,2 kW de potencia ($\sigma=66,1$). En cuanto a los segmentos de flota DCF, encontramos 7 barcos en el rango "18-<24m" y 12 barcos en el rango "24-<40m". La marea media se compuso de 12,1 días de marea (8,7 días de pesca), cuyo esfuerzo se circunscribe únicamente a la zona VIII (Figura 3.3.6.a). Por su parte, el análisis mensual indica una mayor concentración del esfuerzo en el primer semestre (Figura 3.3.6.b).

La composición específica de los desembarcos de esta UG resulta altamente monoespecífica, ya que su especie mayoritaria, la merluza, representa cerca del 60% del desembarco total (Figura 3.3.6.c). Como especies secundarias aparecen alfonsinos, marucas y brótolas. La distribución mensual de las capturas muestra un patrón estacional en consonancia con el hallado en el esfuerzo, fundamentalmente marcado por la merluza, cuyos desembarcos del primer semestre suponen el 73% del desembarco total anual de esta especie en esta UG (Figura 3.3.6.d).

Los desembarcos de esta UG se realizan en puertos españoles sin mostrar grandes diferencias por especie, salvo una mayor especialización por los desembarcos de merluza en el puerto asturiano de Avilés (Figura 3.3.6.e).

Figura 3.3.6.a. Distribución espacial del esfuerzo (días de pesca) de GNS60. Media del trienio 2004-2006.

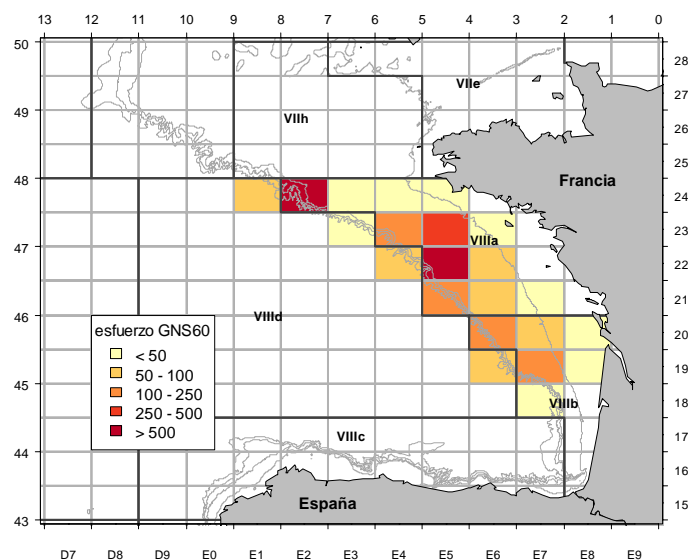


Figura 3.3.6.b. Distribución mensual del esfuerzo (días de pesca) de GNS60. Media del trienio 2004-2006.

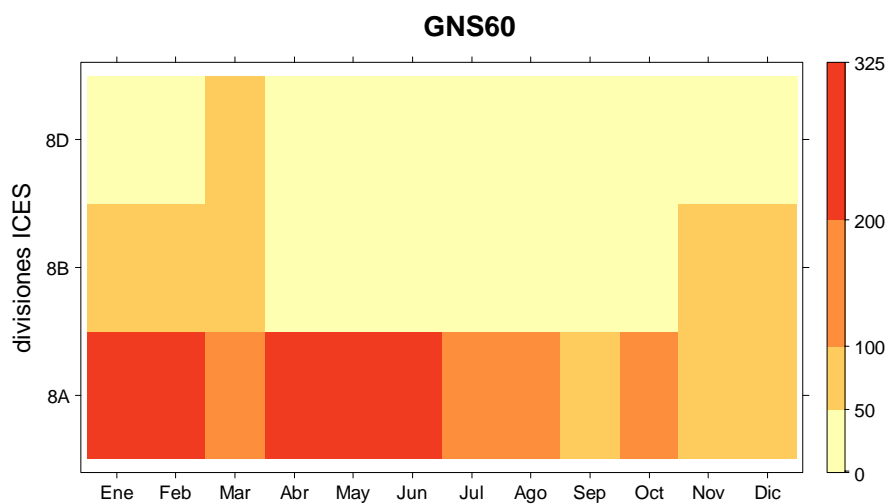


Figura 3.3.6.c. Composición específica de la captura desembarcada por GNS60. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies con desembarcos inferiores al 3%.

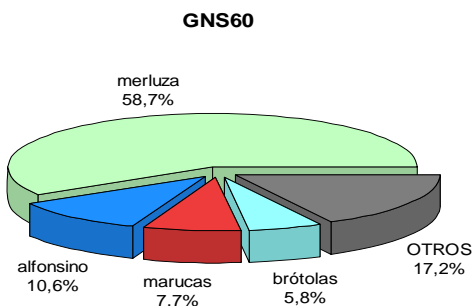


Figura 3.3.6.d. Distribución mensual de la captura (t) de las principales especies desembarcadas por GNS60. Media del trienio 2004-2006.

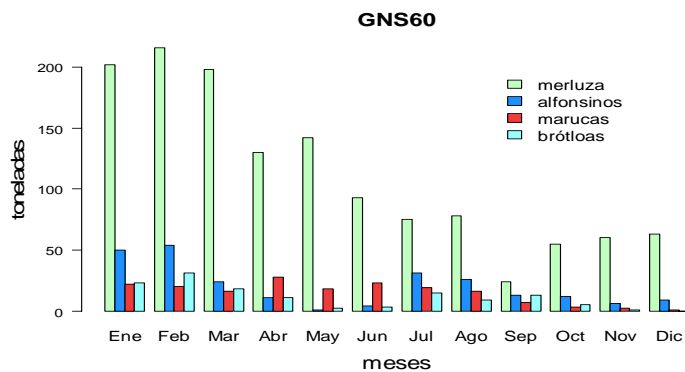
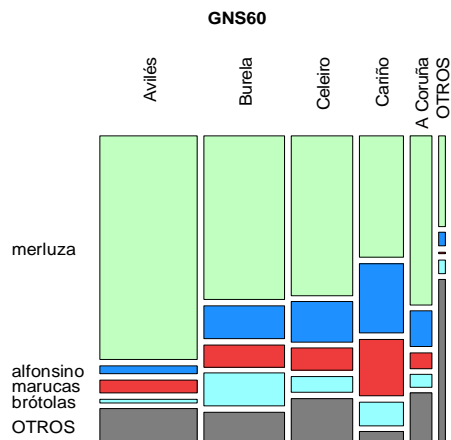


Figura 3.3.6.e. Diagrama de distribución de las descargas por puerto y especie de GNS60. Trienio 2004-2006. "OTROS" agrupa especies y puertos con desembarcos inferiores al 3%. Las áreas son proporcionales a la cantidad desembarcada



3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES: obtención de segmentos de flota

Los resultados de los análisis presentados en esta sección muestran la utilización científica de los diarios de pesca. A pesar de que fueron originalmente ideados como una herramienta de control de la PPC, los diarios de pesca son, junto al sistema de seguimiento satelital conocido como VMS ("*vessel monitoring system*"), la mejor fuente de información sobre el esfuerzo pesquero, tanto para el cálculo de su magnitud como para el análisis de su distribución espaciotemporal. La única laguna en su cobertura, esto es la flota de eslora inferior a 10 m que está exenta de su registro, no merma información a la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas pues, debido fundamentalmente a la distancia del caladero, todos los barcos que la conforman superan dicho umbral. Sin embargo, desde el punto de vista de las capturas, la información recogida en los diarios de pesca debe ser empleada con mayor cautela. Por una parte, confluyen diferentes niveles de imprecisión taxonómica dependiendo del criterio o conocimiento de cada patrón, pero por otra, la declaración de capturas está mucho más expuesta a su manipulación, lo que puede acarrear peores consecuencias con relación a su utilización científica. El rígido mecanismo del actual sistema de TAC y cuotas puede conllevar indirectamente al descarte y, en ocasiones, también a la declaración fraudulenta de las capturas de sobrecuota. No obstante, los resultados obtenidos en los análisis expuestos en esta Sección 3 concuerdan con el conocimiento científico de las pesquerías de la flota de estudio, confirmando su utilidad también en el análisis de la captura desembarcada.

Siempre se ha tenido constancia del perfil de captura altamente monoespecífico del arrastre en pareja (PTB50) o el enmalle de fondo (GNS50 y GNS60) dirigido a merluza (Lucio *et al.*, 2003). En el caso de flotas característicamente mixtas, la composición específica inferida a partir de los diarios de pesca de OTB50 también refleja las descripciones basadas en programas científicos de muestreo (Pérez *et al.*, 2003). Además de encajar con su perfil general, hay que añadir la existente respecto a su variación geográfica, desde una mayor presencia de especies de profundidad en zona VI (Puente *et al.*, 2008) a un predominio de peces pelágicos y cefalópodos en zona VIII (Iriondo *et al.*, 2007). Mucho menor es el conocimiento existente sobre la flota de palangreros menores de 100 TRB, de hecho es aquí la primera vez que se describe en detalle. No obstante, los resultados obtenidos están en concordancia con los muestreos desarrollados sobre el palangre que opera en zonas de talud de la plataforma occidental europea (Piñeiro *et al.*, 2001).

Por tanto, y partiendo de unas premisas básicas de cobertura y verosimilitud, el análisis de los diarios de pesca nos permiten, por un lado, establecer categorías de flota conforme a sus características técnicas y, por otro, profundizar en el conocimiento de su actividad pesquera. Ambos aspectos deben estar apropiadamente definidos y relacionados para poder ser empleados correctamente en el algoritmo de distribución

de esfuerzo del método Fcube. En este sentido, la creación del nivel “Unidad de Gestión” (UG) se muestra especialmente idóneo pues subdivide la modalidad de pesca en grupos de actividad pesquera operativa. Como se ha dicho con anterioridad, la Administración española ordena la flota nacional en modalidades, las cuales se conforman por grupos excluyentes de barcos para su matriculación, no obstante, la concesión de permisos de pesca es la que finalmente determina la actividad pesquera. La UG subdivide la modalidad por tipo de arte, permitiendo establecer una primera desagregación, previa al *métier*, en actividades pesqueras intercambiables. Tal como hemos visto en los resultados de la exploración presentados en esta Sección 3, la modalidad de arrastre puede emplear diferentes tipos de arte de arrastre, estando éstos actualmente reducidos exclusivamente al arrastre con puertas y el arrastre en pareja. Aunque ambas UG forman conjuntos de barcos generalmente estables, hemos visto que, aunque con baja frecuencia (1% de los buques), se dan casos de intercambio de buques y esfuerzo entre OTB50 y PTB50. Lo mismo sucede con las actividades de palangre y enmalle dentro de las flotas de artes fijas mayores y menores de 100 TRB. La primera, aunque con un claro predominio del palangre, permite el empleo de ambos tipos de arte, lo que fue detectado en un 5% de los buques. Sin embargo, este intercambio de esfuerzo resulta más evidente en el caso de la flota de artes fijas menores de 100 TRB (16% de los buques), en el que una posible alternancia concentra el enmalle (GNS60) en el primer semestre del año y el palangre (LLS60) en el segundo. El conocimiento de estos intercambios nos permite establecer mejor la base sobre la que estructurar las relaciones de desviación de esfuerzo entre diferentes tipos de actividades pesqueras o *métiers*.

El marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (DCF) determina los segmentos de flota en función de rangos de eslora y categorías de arte. Con respecto a los primeros, la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas queda clasificada en tres de los rangos: “18-24m”, “24-40m” y “>40m”. Respecto a las categorías de arte, dentro del listado DCF, también son tres las que se ajustan a la actividad de la flota de estudio: “arrastre demersal”, “anzuelos” y “redes de enmalle”. Siguiendo estas premisas de forma estricta, ambas modalidades españolas de artes fijas, es decir las compuestas por buques mayores y menores de 100 TRB, deberían dividirse en dos categorías de arte (“anzuelo” y “enmalle”) y dos rangos de eslora (“18-24m” y “24-40m”), dando cuatro segmentos de flota. Sin embargo, el funcionamiento del método Fcube requiere que cada unidad o segmento de flota acoja todos los potenciales *métiers* que le puedan ser permitidos. La posibilidad de intercambio de esfuerzo entre OTB50 y PTB50 dentro de la modalidad de arrastre hace conveniente unir ambas UG bajo la categoría DCF de “arrastre demersal”. Sin embargo, la separación entre “anzuelos” y “redes de enmalle” resulta inapropiada, ya que ambas categorías constituyen actividades alternativas para los buques de artes fijas del caso de estudio. Por el contrario, el carácter excluyente de ambas modalidades de artes fijas en función de su arqueo, mayor y menor de 100 TRB, sí hace conveniente respetar esta subdivisión si se pretende capturar la dinámica real de estas flotas: “artes fijas >100 TRB” y “artes fijas <100 TRB”.

A esta desagregación de categorías, más acorde a la actividad y modo de funcionamiento de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, se le ha de aplicar, a partir de las características técnicas obtenidas en esta Sección 3, la desagregación en rangos de eslora DCF para obtener los segmentos de flota que se emplearán como estratos de datos económicos (Tabla 3.4.a). La flota española de arrastre de aguas comunitarias presenta buques en los rangos de eslora “24-40m” y “>40m”, que de aquí en adelante serán identificados bajo los acrónimos “A24” y “A40”. Por su parte, los buques españoles de tonelaje superior a 100 TRB que faenan en aguas comunitarias empleando artes fijas se encuentran en su totalidad dentro del rango de eslora “18-24m” (“G24”). Finalmente, los buques de artes fijas menores de 100 TRB presentan tamaños de eslora relacionados con los rangos “18-24m” (“P18”) y “24-40m” (“P24”). De este modo, la segmentación de flota que se empleará a lo largo de esta tesis aplicará los rangos de eslora (LOA) establecidos por el DCF a la ordenación de flota empleada por la Administración española, único modo de poder modelar el esquema de distribución de esfuerzo entre *métiers* observado en la realidad.

Tabla 3.4.a. Datos de capacidad (nº de barcos) de los segmentos de flota de aguas europeas atlánticas no ibéricas resultantes de combinar la clasificación en rangos de eslora del programa DCF y la clasificación en modalidades empleada por la Administración española. Media interanual 2004-2006.

Modalidad	Acrónimo	Rangos de eslora (LOA)					
		<10m	10-12m	12-18m	18-24m	24-40m	>40m
Arrastre	A24	0	0	0	0	101	0
	A40	0	0	0	0	0	4
Artes Fijas (>100 TRB)	G24	0	0	0	0	62	0
Artes Fijas (<100 TRB)	P18	0	0	0	10	0	0
	P24	0	0	0	0	15	0

BIBLIOGRAFÍA Sección 3

- BOE. 1981. Orden de 12 de junio de 1981 por la que se ordena la actividad pesquera de las flotas de altura y gran altura que operan dentro de los límites geográficos de la Comisión de Pesca del Atlántico Nordeste (NEAFC). BOE N° 157 de 2.07.1981, 4 pp.
- BOE. 1987. Resolución de 26 de enero de 1987, de la Secretaría General de Pesca Marítima, por la que se efectúa la revisión, al día de 1 de enero de 1987, del censo de las flotas de altura, gran altura y buques palangreros de más de 100 TRB, que operan dentro de los límites geográficos de la Comisión de Pesca del Atlántico Nordeste (NEAFC). BOE N° 29 de 3.02.1987, 5 pp.
- BOE. 1992a. Orden de 12 de junio de 1992 por la que se modifica parcialmente la de 12 de junio de 1981 que ordena la actividad pesquera de las flotas pesqueras de altura y gran altura que operan dentro de los límites geográficos de la NEAFC. BOE N° 157 de 1.07.1992, 1 p.
- BOE. 1992b. Orden de 12 de junio de 1992 por la que se fijan las normas generales que han de regir la utilización de licencias de pesca para palangreros menores de 100 TRB en aguas de la zona VIIIa del CIEM. BOE N° 150 de 23.06.1992, 2 pp.
- BOE. 1997. Ley 23/1997, de 15 de julio, de Ordenación del Sector Pesquero de Altura y Gran Altura que opera dentro de los límites geográficos de la comisión de Pesca del Atlántico Nordeste. BOE N° 169 de 16.07.1997, 1 p.
- BOE. 1998. Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se regula la pesca especializada de especies demersales y especies profundas con artes de palangre de fondo en aguas de otros Estados miembros de la Unión Europea. BOE N° 82 de 6.04.1998.
- BOE. 2001. Ley 3/2001, de 26 de marzo de Pesca Marítima del Estado. BOE N° 75, de 28 de marzo de 2001, 24 pp.
- BOE. 2008. Orden APA/320/2008, de 6 de febrero, por la que se establece el procedimiento para la inclusión en el censo de flota pesquera operativa de los buques de pesca españoles objeto de regularización en virtud de la Ley 9/2007, de 22 de junio, sobre regularización y actualización de inscripciones de embarcaciones pesqueras en el registro de buques y empresas navieras y en el censo de la flota pesquera operativa. BOE N° 39 de 14.02.2008, 10 pp.
- Carroll, M.J. 2009. *La Segunda Armada invencible. Pesqueros gallegos en el Gran Sol*. Netbiblo, A Coruña: 136 pp.
- CCE. 1983. Reglamento (CEE) N° 2807/83 de la Comisión de 22 de septiembre de 1983 por el que se definen las modalidades particulares del registro de los datos relativos a las capturas de pescado por los Estados miembros. DO L276 de 10.10.1983, p. 1.
- CCE. 1985. Acta relativa a las condiciones de adhesión del Reino de España y de la República Portuguesa y a las adaptaciones de los tratados. 15.11.85: 340 pp.
- CCE. 1992. Reglamento (CEE) N° 3760/92 del Consejo, de 20 de diciembre de 1992, por el que se establece un régimen comunitario de pesca y la acuicultura. DO L389 de 31.12.1992, p. 1.
- CCE. 1993. Reglamento (CEE) N° 2847/93 del Consejo, de 12 de octubre de 1993, por el que se establece un régimen de control aplicable a la política pesquera común. DO L261 de 20.10.1993, p. 1.
- CCE. 1994. Reglamento (CE) N° 1275/94 del Consejo, de 30 de mayo de 1994 relativo a las adaptaciones del régimen previsto en los capítulos dedicados a la "Pesca" del Acta de adhesión de España y Portugal. DO L140 de 3.06.1994, p. 1.
- CCE. 1998. Reglamento (CE) N° 850/98 del Consejo, de 30 de marzo de 1998, para la conservación de los recursos pesqueros a través de medidas técnicas de protección de los juveniles de organismos marinos. DO L125 de 27.04.1998, p. 1.
- CCE. 2001. Reglamento (CE) N° 1162/2001 de la Comisión, de 14 de junio de 2001, por el que se establecen medidas encaminadas a la recuperación de la población de merluza en las subzonas ICES III, IV, V, VI y VII y en las divisiones ICES VIIIa,b,d,e y las condiciones correspondientes para el control de las actividades de los buques pesqueros. DO L159 de 15.06.2001, p. 4.
- CCE. 2003. Reglamento (CE) N° 1954/2003 del Consejo, de 4 de noviembre de 2003 sobre la gestión del esfuerzo pesquero en lo que respecta a determinadas zonas y recursos pesqueros comunitarios, por el que se modifica el Reglamento (CEE) N° 2847/93 y se derogan los Reglamentos (CE) N° 685/95 y (CE) N° 2027/95. DO L289 de 7.11.2003, p. 1.
- CCE. 2005. Reglamento (CE) N° 356/2005 de la Comisión, de 1 de marzo de 2005 por el que se establecen las disposiciones relativas al marcado e identificación de los artes de pesca fijos y redes de arrastre de vara. DO L56 de 2.03.2005, p. 8.
- CCE. 2006a. Reglamento (CE) N° 51/2006 del Consejo, de 22 de diciembre de 2005, por el que se establecen, para el 2006, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas. DO L16 de 20.01.2006, p. 1.
- CCE. 2006b. Reglamento (CE) N° 941/2006 del Consejo, de 1 de junio de 2006 por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 51/2006. DO L173 de 27.06.2006, p.1.

- CCE. 2006c. Reglamento CE nº 1799/2006 de la Comisión, de 6 de diciembre de 2006, que modifica el Reglamento (CE) nº 26/2004 relativo al registro comunitario de la flota pesquera. DO L341 de 7.12.2006, p. 26.
- CCE. 2008. Decisión de la Comisión de 6 de noviembre de 2008, por la que se adopta un programa comunitario plurianual en virtud del Reglamento (CE) Nº 199/2008 del Consejo, relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la PPC (2008/949/CE). DO L346 de 23.12.2008, p. 3.
- De Juana, J. y Prada, J. 2005. *Historia contemporánea de Galicia*. Ariel. 539 pp.
- Giráldez, J. 1997a. Las bases históricas de la actividad pesquera en España. *Papeles de Economía Española*, 71, p. 33-46.
- Giráldez, J. 1997b. De la Rías a Terranova: la expansión de la pesca gallega (1880-1950). *Industrias pesqueras*: pág. 34 y siguientes.
- Iriondo, A., Santurtún, M. y Artetxe, I. 2007. The Basque cephalopod fishery in the North-eastern Atlantic waters during the period 1994-2006. Documento de trabajo presentado al ICES WGCEPH [ICES CM 2007/LRC:15].
- Lart, W. (coordinador). 2002. Monitoring of discarding and retention by trawl fisheries in Western Waters and the Irish Sea in relation to stock assessment and technical measures. Final Report, EU Contract Reference 98/095.
- López, E.C. 2000. *Manual de política Pesqueira*. Tomo I. Xunta de Galicia. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura: 525 pp.
- Lucio, P., Iriondo, A., Santurtún, M., Quincoces, I. y Artetxe, I. 2003. Notes on the spatial distribution of the northern hake catches by the Basque fleets in Sub-areas VI, VII and Divisions VIIIabd in 1998-2002. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM, Copenhagen (Dinamarca), 14-23 mayo 2003.
- Pérez, N., J.M. Bellido y H. Araujo. 2003. Fisheries Unit definition of Spanish demersal trawlers operating in ICES Sub-area VII by using Galician total catch information. Documento de trabajo presentado al Subgrupo del STECF sobre "Medidas técnicas para la gestión de la población norte de merluza", Lisboa 27-31 de octubre de 2003.
- Piñeiro, C.G., Casas, M. y Bañón, R. 2001. The deep-water fisheries exploited by Spanish fleets in the Northeast Atlantic: a review of the current status. *Fisheries research*, 51: 311-320.
- Puente, E., Arregi, L., Guinda, X. y Bilbao, A. 2008. Seguimiento técnico de la campaña experimental del buque pesquero "Kirrixki" en aguas al oeste de Escocia. *Revista de Investigación Marina de Tecnalia*, 1: 32 pp.

4. IDENTIFICACIÓN DE MÉTIERS DE LA FLOTA ESPAÑOLA DE AGUAS EUROPEAS ATLÁNTICAS NO IBÉRICAS

4.1. INTRODUCCIÓN

Ignorar la dinámica de las flotas, las cuales representan el principal depredador de un importante número de especies marinas, puede afectar negativamente en la percepción de la dinámica de las pesquerías y las poblaciones de especies marinas, hasta el punto de conducir a un asesoramiento a la gestión inapropiado (Hilborn y Walters, 1992). La falta de conocimiento sobre la dinámica de flotas es particularmente problemático en pesquerías mixtas (multiespecies) y multiflotas, en las cuales varias especies son capturadas conjuntamente bajo un complejo esquema de interacciones técnicas entre flotas. Tal como se ha visto en la Sección 2, un modo de parametrizar las interacciones técnicas de las pesquerías mixtas es la desagregación de las flotas en grupos homogéneos de actividad pesquera, definidos de acuerdo a sus especies objetivo, área de pesca y estacionalidad. Estos grupos de barcos con similar patrón de explotación han sido referidos de diversos modos en la bibliografía especializada: “pesquerías” (Murawski *et al.*, 1983), “pesquerías dirigidas” (Lewy y Vinter, 1994), “tipos de mareas” (Silva *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2004); “tácticas pesqueras” (Maynou *et al.*, 2003), “estrategias de pesca” (He *et al.*, 1997) o “perfiles de captura” (Ulrich y Andersen, 2004). La relación entre estos grupos homogéneos y las categorías de flota, que vienen determinadas por las características técnicas de los barcos, pueden conducir a la definición de “subflotas” (Lewy y Vinter, 1994), “componentes de flota” (Silva *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2004) o “métiers” (Mesnil y Shepherd, 1990; Laurec *et al.*, 1991; Biseau, 1998), es decir, grupos de barcos de similares características técnicas (arte) y similar patrón de explotación.

Naturalmente, la elección del método más adecuado para la identificación de grupos homogéneos de actividad pesquera, que a partir de aquí denominaremos *métiers*, necesita tener en cuenta el tipo de información disponible. Marchal (2008) distingue entre métodos directos (“*input-based methods*”), en los que se hace uso de registros existentes sobre las características técnicas de las mareas, y los métodos indirectos (“*output-based methods*”), en cuyo caso se asume que el perfil de captura refleja los objetivos intencionados de la pesca. En un tercer tipo, este autor clasifica los métodos mixtos, que utilizan de forma combinada tanto métodos directos como indirectos. El caso de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas no puede abordarse mediante métodos directos, más sencillos e inmediatos, pues el objetivo o la intencionalidad de la actividad pesquera no son de obligado registro en los diarios de pesca oficiales. Por tanto, un modo de solucionar esta cuestión pasa por el empleo de métodos indirectos, es decir el uso de técnicas estadísticas multivariantes con las que inferir dicha intencionalidad a partir del perfil de captura.

La identificación de grupos homogéneos de actividad pesquera realizados hasta la fecha en diversas flotas internacionales se ha servido de diferentes metodologías. Debido a las grandes dimensiones que en ocasiones puede adquirir la información pesquera, una de las características a la hora de seleccionar un método multivariante apropiado ha sido su capacidad en la extracción efectiva de información a partir de grandes bases de datos. Por ello, uno de los métodos aplicados ha sido el análisis de componentes principales de los perfiles de captura, bien con el objeto de identificar *métiers* mediante inspección visual directa (Biseau y Gondeaux, 1988, Laurec *et al.*, 1991; Pelletier y Ferraris, 2000) o bien para hacerlo automáticamente a través de algoritmos de análisis de *cluster* jerárquico (Lewy y Vinther, 1994; Holey y Marchal, 2004). En particular, la combinación de métodos de ordenación y clasificación puede resultar muy útil para descifrar grandes cantidades de datos interrelacionados (Pelletier y Ferraris, 2000; Holley y Marchal, 2004; Campos *et al.*, 2007). Sin embargo, la mayoría de estas técnicas requiere del cálculo de estadísticos de forma exógena para definir el número de grupos, haciendo de la identificación de pesquerías una materia poco práctica y a menudo subjetiva (Lewy y Vinther, 1994; Biseau, 1998), lo cual resulta especialmente inapropiado cuando este tipo de análisis deben ser aplicados de forma rutinaria a programas anuales de muestreo de pesquerías. En este sentido, resulta más apropiado encontrar técnicas estadísticas multivariantes no solo capaces de manejar grandes bases de datos, sino también de facilitar directamente algún tipo de indicador sobre la calidad del análisis, de modo que pueda ser utilizado, del modo más objetivo posible, para cotejar los resultados obtenidos a partir de diferentes análisis. Paralelamente a la optimización metodológica, también es necesaria la búsqueda de un protocolo de trabajo reproducible y sólidamente estructurado que permita su aplicación rutinaria en programas anuales de muestreo y obtención de datos.

Ya en 2003, ICES creó un grupo de trabajo específico para acordar una base metodológica común aplicable a la identificación de *métiers* de las flotas europeas: “Study Group for the Development of Fishery-based Forecasts” (SGDFF) (ICES, 2003). Entre otros, los objetivos fundamentales de este grupo de estudio fueron sugerir directrices metodológicas en la identificación de *métiers* y diseñar la estructura de una base de datos pesqueros comunitarios que permitiera la desagregación a ese nivel. Esta primera aproximación sirvió de base en varios aspectos del actual marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (DCF) (CCE, 2008). No obstante, el SGDFF también facilitó una serie de observaciones de interés a la hora del desarrollo práctico de estas tareas. Por una parte, recomendó como mejor herramienta para la identificación de *métiers* la utilización de técnicas de análisis multivariante sobre las capturas o desembarcos acompañadas, siempre que fuera posible, del contraste de los resultados con las características técnicas de las operaciones de pesca. Por otro lado, como complemento a estas directrices, este grupo de estudio sugirió que las bases de datos empleadas en la identificación de *métiers* deberían incluir al menos un período trienal, así como datos de captura total (desembarcos y descartes) o datos económicos (valor de venta del desembarco) siempre que fuera posible.

Dentro del contexto de las flotas de aguas comunitarias, han sido varios los países que han abordado la segmentación de sus flotas desde el punto de vista de su actividad pesquera, bien mediante trabajos a nivel nacional (Biseau, 1998; Lewy y Vinther 1994; Ulrich y Andersen, 2004; Tzanatos *et al.*, 2006; Campos *et al.*, 2007; entre otros) o consorcios internacionales acogidos a proyectos de investigación financiados por la Unión Europea (proyecto “TECTAC” EU Q5RS-2002--01291; proyecto “IBERMIX” EU FISH/2004/03-33; entre otros). Sin embargo, dentro del contexto de las flotas españolas, la identificación de *métiers* ha estado principalmente centrada en las flotas de caladero nacional: golfo de Cádiz (Silva *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2004), Mediterráneo (Palmer *et al.*, 2009) y Cantábrico-noroeste (Castro *et al.*, 2010; Punzón *et al.*, 2010). Hasta la actualidad, la actividad de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas ha sido desagregada conforme a una serie de grupos denominados “Unidades Pesqueras” definidos bajo consenso internacional hace veinte años (ICES, 1991). El carácter obsoleto de estas unidades pesqueras promovió el análisis de información más actualizada; sin embargo, hasta la fecha estos trabajos han estado basados en subgrupos de flota y fuentes de información parciales (Pérez *et al.*, 2003; Iriondo *et al.*, 2008). Solamente con posterioridad se abordó un análisis de identificación de *métiers* basado en el empleo de información global del conjunto de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas (Castro, 2008). No obstante, su carácter preliminar y exploratorio requiere de un mayor desarrollo con el fin de concluir un número de *métiers* operativos que puedan ser empleados satisfactoriamente en un análisis de gestión de pesquerías mixtas, lo que constituye el objetivo principal de esta Sección 4.

4.2. MATERIAL Y MÉTODOS

4.2.1. Bases de datos

Datos de captura y esfuerzo

Los datos de esfuerzo y captura desembarcada fueron extraídos de los diarios de pesca oficiales facilitados por la Secretaría General del Mar (SGM). Su estructura viene desagregada por barco, tipo de arte, día de pesca y rectángulo estadístico ICES (1° longitud * $0,5^{\circ}$ latitud), e incluye información sobre los barcos (puerto base, eslora, arqueo y potencia) y actividad pesquera (arte, fecha de captura, rectángulo ICES, puerto de descarga y captura desembarcada en peso [kg] por especie). La base de datos disponible para desarrollar el presente trabajo cubre un período de tiempo trienal, desde 2004 a 2006. Para abordar la caracterización de grupos homogéneos de actividad pesquera se empleó el nivel de desagregación mayor disponible (día de pesca * rectángulo ICES), ya que permite detectar posibles tácticas de pesca desarrolladas dentro de la misma marea. De este modo, se obtuvo una matriz compuesta de 129.042 registros, la cual fue dividida en función de las Unidades de Gestión descritas en la Sección 3 y sus zonas ICES de pesca, obteniendo trece matrices: arrastre de fondo con puertas (OTB50) en zonas VI, VII y VIII; arrastre de fondo en pareja (PTB50) en zonas VII y VIII; palangre de fondo mayor de 100 TRB (LLS50) en zonas VI, VII y VIII; enmalle de fondo mayor de 100 TRB (GNS50) en zonas VII y VIII; palangre de fondo menor de 100 TRB (LLS60) en zonas VII y VIII; y enmalle de fondo menor de 100 TRB (GNS60) en zona VIII.

Para caracterizar la composición de la captura (desembarcada) por día de pesca, el valor absoluto por especie fue relativizado como porcentaje de la captura total, evitando así los efectos que su magnitud pueda tener sobre los resultados de los análisis. Finalmente, el número original de 104 especies o grupos de especies fue reducido aplicando un umbral mínimo de 0,1% de contribución a la captura total, lo que produjo diferencias entre UG: 22 especies/grupos de especies en OTB50, 12 en PTB50, 23 en LLS50, 20 en GNS50, 21 en LLS60 y 23 en GNS60.

Datos económicos

En algunos casos donde la complejidad de la actividad pesquera lo ha requerido, el valor de venta de las especies fue recopilado de las estadísticas comerciales de los principales puertos (media anual €/kg) y aplicado a la matriz original de desembarcos en peso con el objeto de obtener la respectiva matriz de precios de venta (€). Esta transformación magnifica la presencia de especies de escaso peso de desembarco pero gran importancia económica (por ejemplo, cigala) y viceversa (por ejemplo, caballa), permitiendo subrayar la intencionalidad de posibles actividades pesqueras existentes.

Entrevistas a los patrones

También se llevaron a cabo 25 entrevistas a patrones de pesca de la flota de estudio con el objeto de contrastar los resultados de los análisis y determinar la intencionalidad real de las actividades pesqueras detectadas. Estas entrevistas se realizaron sobre selecciones aleatorias de los barcos identificados en cada una de estas posibles actividades (ver Sección 4.2.3 para más detalles), e incluían cuestiones técnicas relacionadas con el diseño del arte, especie/s objetivo y estrategia de pesca, así como su percepción respecto a otras actividades pesqueras, propias o ajenas. En ocasiones, la información sobre el diseño de los artes fue contrastada con técnicos de empresas suministradoras de artes y aparejos a los barcos.

4.2.2. Métodos de análisis multivariante

La selección de una metodología de análisis multivariante apropiada debe tener en cuenta el tipo y la estructura de la relación entre variables. Generalmente hablando, los métodos de análisis multivariante pueden ser divididos en dos grandes grupos: métodos de análisis de dependencia y métodos de análisis de interdependencia. En los primeros, una variable o conjunto de variables es definido como variable dependiente que va a ser explicada por otras variables conocidas como variables independientes. Como contraste, en un análisis de interdependencia ninguna variable es definida como independiente o dependiente, ya que implica el análisis de todas las variables del conjunto simultáneamente.

Métodos de análisis de interdependencia

Cuando el objetivo es encontrar grupos de perfiles de captura determinados lo idóneo es utilizar un análisis de interdependencia entre la captura de las especies, para lo cual lo más apropiado es el análisis de *cluster* (Hair *et al.*, 1999). Esta metodología consiste en la búsqueda de grupos (*clusters*) en los datos, de modo que los objetos pertenecientes al mismo grupo se parezcan entre ellos, al tiempo que muestran diferencias con respecto a los objetos pertenecientes a otros grupos. En la actualidad existe un gran número de algoritmos para análisis de *cluster* de eficacia reconocida; no obstante, en el caso del presente trabajo, la mayor limitación proviene de la dimensión de las matrices a segmentar, así que se tuvo como prioridad la búsqueda de un algoritmo que permitiera trabajar con grandes matrices de datos. Una de las primeras aportaciones en este campo fue el método CLARA (*Clustering Large Applications*) (Kaufman y Rousseeuw, 1990), que resuelve este problema mediante el muestreo aleatorio de subgrupos de menor tamaño dentro de la matriz original de datos, a los que, una vez extraídos, se les aplica el algoritmo PAM (*Partitioning Around Medoids*). La función PAM es más robusta que otras técnicas porque minimiza una suma de “disimilaridades” en lugar de una suma de cuadrados de distancias, lo que la hace más robusta con respecto a *outliers* (Kaufman y Rousseeuw, 1990). Así, un objeto representativo óptimo es denominado “*medoide*” de su *cluster* o grupo, mientras que los

métodos que minimizan distancias cuadradas medias emplean los denominados “centroides”. Básicamente, las disimilaridades son números naturales $d(i,j)$ que son pequeños (cerca de cero) cuando i y j están “cerca” el uno del otro y se hacen mayores cuando i y j son muy diferentes. Otra ventaja de esta técnica es que proporciona un coeficiente que facilita la interpretación de la calidad del análisis, denominado “coeficiente de *silhouette*”. Este coeficiente es calculado usando las disimilaridades de cada objeto i desde todos los otros objetos dentro del mismo grupo y todos los demás grupos:

$$S_i = \frac{\min\{d(i,C)\} - d(i,A)}{\max[d(i,A), \min\{d(i,C)\}]}$$

Donde $d(i,A)$ es la disimilaridad media dentro del grupo y $\min\{d(i,C)\}$ con $C \neq A$ es la disimilaridad media de i desde todos los objetos del grupo vecino más cercano (*cluster* con la más baja distancia media al objeto i , excluyendo el *cluster* A). Los valores de cada objeto son promediados dentro de cada grupo, lo que proporciona una especie de coeficiente de *silhouette* interno (s), pero también pueden serlo entre grupos, proporcionando un coeficiente de *silhouette* total (ASW^1) para todo el análisis. No obstante, los métodos PAM y CLARA facilitan la exploración de diferente número de grupos (k), los cuales son determinados por el usuario, de modo que puede seleccionarse como mejor aquel que proporcione el coeficiente ASW máximo (SC). Los autores del modelo han tipificado los valores de estos coeficientes para facilitar la interpretación de los resultados. En el caso de obtener SC con valores superiores a 0,5 los autores interpretan la existencia de una estructura razonable; por otro lado, los valores entre 0,25 y 0,5 pueden indicar la existencia de una posible estructura heterogénea que, al resultar tan débilmente detectada, aconsejan investigar con la ayuda de metodologías multivariantes alternativas.

A pesar de todas estas ventajas, la función PAM necesita almacenar la matriz de disimilaridad del conjunto completo de datos (que tiene $O(n^2)$ entradas) en la memoria central, aumentando proporcionalmente el tiempo de computación, lo que para grandes conjuntos de datos resulta un gran inconveniente. Para evitar este problema, Kauffman y Rousseeuw (1990) programaron el algoritmo CLARA, que como se ha dicho aplica el algoritmo PAM sobre sucesivas submuestras de datos que extrae iterativamente de la base de datos objetivo, de modo que no necesita computar la matriz de disimilaridades completa de una vez. Además, el algoritmo del método CLARA permite al usuario fijar el nivel de muestreo mediante la elección de diferentes combinaciones de “tamaño de muestra” y “número de muestras”.

¹ “Average silhouette width”

Métodos de análisis de dependencia

Como alternativa al método CLARA se han buscado métodos de análisis de dependencia que permitan el uso de variables informativas disponibles también en los diarios de pesca. Dentro de este tipo de métodos destaca el denominado “árbol de regresión multivariante” (*Multivariate Regression Tree: MRT*), un método jerárquico que permite explicar la variación en una respuesta numérica multivariante en grandes bases de datos utilizando variables explicativas, que pueden ser numéricas y/o categóricas (De’ath, 2002). En los métodos jerárquicos, la estructura en árbol crece a partir del conjunto total de datos desde un único nodo y se desarrolla mediante la clasificación de las observaciones en parejas sucesivas de grupos mediante la selección de la variable explicativa que maximiza la homogeneidad de los dos conglomerados resultantes, minimizando la varianza total. De este modo, los nodos terminales representan los grupos finales.

El algoritmo MRT se basa en el método CART (*Classification Analysis and Regression Trees*) de Breinman *et al.* (1984), donde el algoritmo de búsqueda utilizado para construir un árbol binario a partir de variables independientes puede ser combinado con un “algoritmo de parada”, como el denominado “one standard error (1-SE) rule”, el cual es utilizado para definir el árbol óptimo por validación cruzada. De acuerdo a esta regla, el árbol seleccionado es el árbol más pequeño con un error de predicción estimado no mayor al del árbol con el error de predicción estimado mínimo más 1-SE. Así, el ajuste es definido por el error relativo (*Error*), esto es la “impureza” total de los conglomerados, dividido por la impureza del nodo raíz, es decir el conjunto de datos sin dividir. El error relativo proporciona una estimación optimista del nivel de precisión de un árbol ante nuevos datos, así que la precisión predictiva es estimada mejor a partir del error de validación cruzada (*CV Error*). Este índice varía desde cero (0), para un predictor perfecto, hasta uno (1), para el peor predictor.

4.2.3. Protocolo de identificación de métiers

El protocolo de identificación de *métiers* usado en este trabajo ha sido articulado sobre tres pasos sucesivos:

1. Aplicación de métodos de análisis multivariante para la obtención de grupos homogéneos de actividad pesquera (*métiers* putativos) mediante el empleo combinado de métodos multivariantes de interdependencia (CLARA) y dependencia (MRT).
2. Exploración de los grupos obtenidos e identificación de buques especializados en cada uno de ellos. Selección de uno o varios buques por cada grupo con buques especializados.
3. Entrevistas a los patrones de pesca de los buques seleccionados con el objetivo de identificar posibles estrategias o tácticas pesqueras intencionadas en la actividad de los grupos obtenidos, lo que se considerará un *métier*.

Análisis multivariante

El primer paso del proceso de identificación de *métiers* contempla el empleo de las dos técnicas multivariantes anteriormente descritas: método CLARA y método MRT. En primer lugar se procede a un primer análisis mediante método CLARA de cada una de las trece matrices originales (resultantes de dividir los diarios de pesca de las 6 UG entre zonas ICES) en peso desembarcado. Aquí se propone el uso de una serie de combinaciones de tamaño muestral con el que cubrir un gradiente creciente en intensidad de muestreo sobre la matriz total, procedimiento que permite evaluar la consistencia de la segmentaciones resultantes. Simultáneamente, en cada una de estas rodadas, se realiza un conjunto de análisis con un número de grupos (k), también creciente, que van desde 2 a 15 grupos. De este modo se examina un rango amplio de posibles segmentaciones, que se pueden comparar mediante sus respectivos coeficientes de *silhouette*, eligiendo el de máximo valor (SC) que indica el análisis más significativo. Al igual que otros métodos multivariantes, el método CLARA permite el empleo de distintas medidas de distancia o similitud, pero dado que los datos de entrada están relativizados en porcentajes, el uso de la distancia Euclídea pareció ser la elección más apropiada (Gordon, 1981; Holley and Marchal, 2004). La interpretación que se ha hecho de los resultados sigue la interpretación propuesta por los autores de la metodología, los cuales identifican una estructura razonable cuando el coeficiente SC es mayor de 0,5 (Kauffman y Rousseeuw, 1990). En estos casos, el análisis se considera significativo; no obstante, se procede posteriormente a la evaluación de la consistencia interna de los grupos obtenidos (s). En el caso de análisis no significativos pero con algún tipo de estructura ($0,25 < SC < 0,50$) se procedió a la transformación de los datos, como la conversión de los desembarcos en peso (kg) en su correspondiente valor económico mediante el uso de precios de venta medios (€).

Posteriormente, cada una de las trece matrices es también analizada mediante el algoritmo MRT, con el objeto de explorar la posible relación entre grupos de similar perfil de captura y las características técnicas disponibles en los diarios de pesca facilitados. En los análisis aquí realizados se pudo disponer de 9 variables explicativas, cinco relacionadas con las características técnicas de la marea y cuatro relacionadas con las características técnicas del barco. Con respecto a las primeras, se pudieron utilizar: duración de la marea (“diasmarea”), puerto de desembarco (“lonja”), mes (“mes”), año (“año”) y división ICES (“división”). De las segundas, se utilizaron puerto base (“base”), eslora (“eslora”), cabotaje (“trb”) y potencia (“kW”). Para evitar confusiones con los grupos identificados mediante el método CLARA, los obtenidos mediante el método MRT serán denominados “conglomerados” a lo largo del texto.

Los análisis fueron realizados usando el lenguaje de programación estadística R (R Development Core Team, 2008). En concreto, los análisis CLARA fueron realizados mediante el paquete “cluster” (Maechler *et al.*, 2005) y los análisis MRT, con el paquete computacional “mvpart” (De’ath, 2007).

Exploración

En los casos en que se obtienen grupos o conglomerados de cierta significación estadística, éstos son explorados y cotejados barco a barco. Con ello se consigue un listado de barcos para los que se calcula el porcentaje, dentro de su esfuerzo total trienal, dedicado al desarrollo de la actividad pesquera de cada grupo, como forma de estimar algún grado de especialización. En este caso, se ha determinado un umbral del 50% a partir del cual se considera que ese barco presenta un elevado “grado de especialización” en dicha actividad. De cada lista de barcos especializados se eligen al azar una serie de ellos para proceder a las entrevistas de sus patrones de pesca.

También, dentro de cada grupo obtenido, se calcula una “tasa de esfuerzo” entendida como el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos “especializados” y el esfuerzo total de todo el grupo o conglomerado. Una tasa cercana a 1 evidencia una elevada participación de flota “especializada”, mientras que una tasa cercana a 0 podría revelar falta de intencionalidad o de pericia. Paralelamente, la actividad pesquera de cada grupo o conglomerado es también explorada ante variables espacio-temporales. La exploración anual permite comprobar la estabilidad de determinadas actividades pesqueras (*métiers* putativos) o, por el contrario, su temporalidad, bien por carácter oportunista o por desaparición. La exploración mensual permite identificar patrones de estacionalidad entre actividades pesqueras, lo que podría evidenciar la existencia de actividades alternativas y complementarias.

Entrevistas

Las entrevistas a los patrones de pesca consistieron en contestar a una serie de preguntas sobre su actividad pesquera, así como su perspectiva con respecto a la desarrollada por otros barcos conocidos². El primer aspecto fundamental es determinar la intencionalidad de su actividad pesquera y el reconocimiento de una especie (o grupo de especies) objetivo. A continuación, se solicita una descripción de las particularidades de la táctica/estrategia pesquera: tipo de arte, especificación de posibles variaciones en su diseño, características espaciotemporales (época del año, zona de pesca), etc... Finalmente, se realizan una serie de preguntas sobre su percepción de la pesquería, tanto respecto a su evolución en el tiempo como a sus posibilidades de futuro, además de comentar la posible existencia de otras estrategias desarrolladas por otros barcos de la flota. Al final de este proceso se realizó un total de 25 entrevistas.

² Ver prototipo de formulario de encuestas en página 197.

4.2.4. Caracterización de *métiers*.

Una vez obtenidos los resultados de cada uno de los tres pasos anteriormente expuestos, toda esta información es cotejada entre sí y razonada de forma crítica bajo el conocimiento de la pesquería antes de determinar un número definitivo de *métiers*. Cuando es necesario, también se tiene en cuenta la bibliografía especializada y documentación relevante sobre la ecología de determinadas especies, así como información complementaria sobre determinadas pesquerías que hayan sido descritas con anterioridad. De este modo, en la Sección 4.4 se decide una propuesta final de clasificación de *métiers* con la que segmentar la información pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, caracterizándolos mediante el cálculo de sus respectivos perfiles de desembarco y la distribución geográfica de su esfuerzo.

El carácter “universal” de estos *métiers* permitirá reubicarlos en diferentes estructuras jerárquicas de clasificación en función del objetivo final de utilización, desde la evaluación de recursos, donde los índices de *métiers* monoespecíficos resultan especialmente útiles en la calibración de determinadas metodologías, hasta la gestión pesquera, donde por exigencias de operatividad éstos deben ser reagregados en categorías más genéricas. Este es el caso de los *métiers* DCF, los cuales están sujetos a unas determinadas particularidades debido a exigencias de armonización paneuropea y, en aras de facilitar una base para la gestión pesquera de los ecosistemas, se basan en conjuntos de especies ecológicamente afines. La Sección 4.5 detallará la reagregación de los *métiers* monoespecíficos en *métiers* DCF, de modo que tanto los datos de esfuerzo como de desembarco puedan ser desagregados de forma apropiada a los requerimientos del marco europeo de recopilación de datos pesqueros (DCF) y ser empleados en los análisis de gestión de pesquerías mixtas que se abordarán en la Sección 5.

4.3. RESULTADOS: Identificación de grupos homogéneos en la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas.

Los análisis para la identificación de grupos homogéneos de actividad pesquera se han llevado a cabo por Unidad de Gestión, tal como han sido exploradas en la Sección 3: arrastre de fondo con puertas (OTB50), arrastre de fondo en pareja (PTB50), palangreros (LLS50) y enmalleros (GNS50) de fondo mayores de 100 TRB y palangreros (LLS60) y enmalleros (GNS60) de fondo menores de 100 TRB. Para facilitar un tipo de análisis acorde a la ordenación geográfica de aguas europeas atlánticas, la matriz de desembarcos de cada UG fue subdividida por zona de gestión ICES.

4.3.1. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de arrastre de fondo con puertas de aguas europeas atlánticas no ibéricas (OTB50)

Análisis multivariante

Una serie de análisis preliminares en los que el método CLARA fue aplicado sobre la captura diaria desembarcada de la Unidad de Gestión OTB50 proporcionó coeficientes de *silhouette* máximos (SC) de escasa significación, en torno a 0,25. Ante el indicio de una posible estructura interna se procedió a la transformación de los datos originales en datos económicos mediante la multiplicación del peso desembarcado (kg) por el precio de venta medio de cada especie (€). Todos los escenarios de muestreo empleados en el análisis de la actividad económica de OTB50 en zona VI proporcionaron una segmentación significativa en dos grupos (Tabla 4.3.1.a), descendiendo a niveles no significativos a partir de un mayor número de grupos ($k > 2$). Los dos grupos resultantes presentaron también coeficientes de *silhouette* internos (*s*) significativos, así como diferentes perfiles económicos de desembarco (Figura 4.3.1.a): 1) predominio de merluza (HKE) y 2) predominio de mendo (WIT) y gallos (LEZ). El análisis mediante método MRT realizado sobre la misma matriz de datos proporciona igualmente dos conglomerados, explicando el 49% de la varianza con una única segmentación debida a la variable “división” (Figura 4.3.1.b): 1) desembarcos procedentes de división VIb en los que predominan mendo y gallos y 2) desembarcos procedentes de división VIa con predominio de merluza.

Tabla 4.3.1.a. Resultados de los análisis CLARA para diferentes escenarios de muestreo de los desembarcos diarios en valor económico (€) de OTB50. *N*: número total de registros, *t*: tamaño de la muestra; *n*: número de muestras; *k*: número de grupos; SC: coeficiente de *silhouette*.

Arrastre de fondo con puertas de aguas europeas atlánticas no ibéricas (OTB50)											
zona VI (N=1687)				zona VII (N=50267)				zona VIII (N=11569)			
<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC	<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC	<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC
100	5	2	0,55	100	50	4	0,41	100	10	2	0,30
300	5	2	0,51	300	50	5	0,37	300	10	6	0,29
500	5	2	0,50	500	50	5	0,35	500	10	2	0,26
100	10	2	0,55	100	100	4	0,41	100	25	5	0,33
300	10	2	0,51	300	100	5	0,37	300	25	5	0,27
500	10	2	0,50	500	100	5	0,34	500	25	5	0,26

Figura 4.3.1.a. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los dos grupos obtenidos en el análisis CLARA realizado sobre los desembarcos en valor económico (€) de OTB50 de zona VI, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: COE: congrio, WIT: mendo, BRF: gallineta, LEZ: gallos, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HKE: merluza, WHB: bacaladilla, LNZ: marucas, MUX: salmonete, NEP: cigala, OCT: pulpos, OMZ: potas, FOX: brótolas, RAJ: rayas, MAC: caballa, SYC: pintarroja, CTC: sepia, JAX: jureles, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

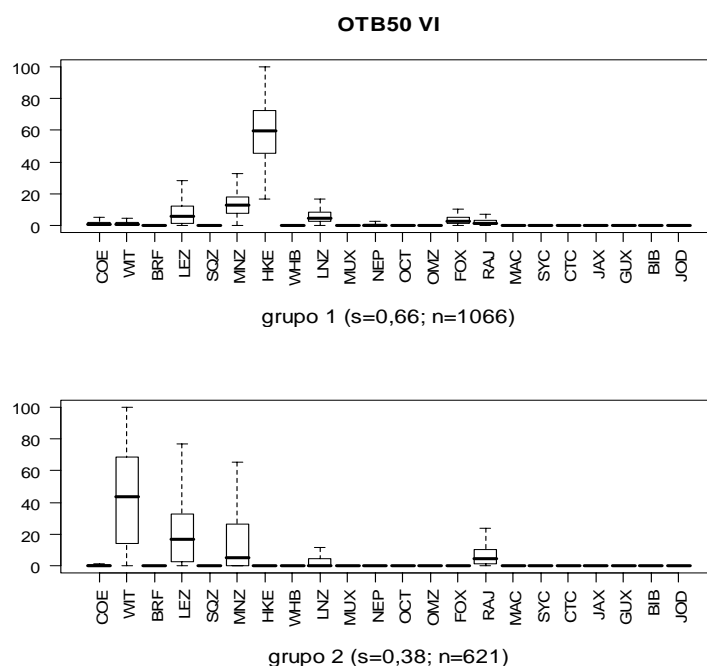
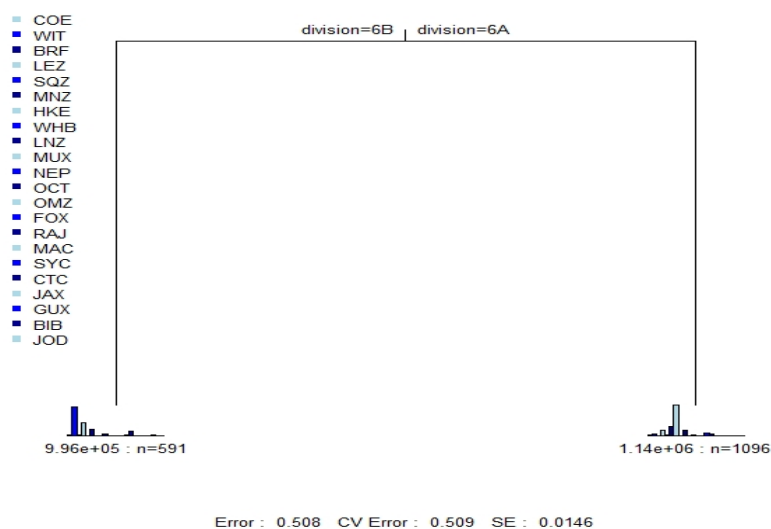


Figura 4.3.1.b. Árbol con los dos conglomerados resultantes de aplicar el método MRT sobre los desembarcos en valor económico (€) de OTB50 de zona VI, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Los resultados del análisis CLARA sobre los desembarcos en valor económico de OTB50 en zona VII proporcionan coeficientes SC entre 0,34 y 0,41 para un número de grupos que oscila entre cuatro y cinco (Tabla 4.3.1.a). La segmentación con mayor coeficiente SC proporciona cuatro grupos con los siguientes perfiles de desembarco económico (Figura 4.3.1.c): 1) predominio de gallos (LEZ) y mendo (WIT), 2) gallos, 3) merluza (HKE) y rapés (MNZ) y 4) merluza y cigala (NEP). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona cuatro conglomerados que explican el 24% de la varianza (Figura 4.3.1.d). De las nueve variables disponibles, el análisis viene determinado solamente por dos de ellas: puerto de desembarco ("lonja") y división ICES ("división"). El primer nodo es debido a la variable "lonja", responsable por sí sola del 20% de la varianza total explicada, y separa la actividad pesquera de los barcos que desembarcan en Marín y Vigo de la del resto de puertos. Posteriormente, el conglomerado "lonja=Marín+Vigo" es desagregado mediante la variable "división" entre: 1) actividad pesquera desarrollada en las divisiones VIIbck (banco de Porcupine) con perfil económico de desembarco compuesto por mendo (WIT) y gallos (LEZ) y 2) actividad desarrollada en las divisiones VIIIdghj (banco de Gran Sol) con perfil económico de desembarco en el que predominan los gallos (LEZ). Por su parte, el segundo conglomerado de puertos ("lonja=Coruña+Castletown+Celeiro+OTH") es también subdividido por la variable "división" entre: 3) actividad pesquera desarrollada en las divisiones VIIbcghj que presenta predominio de merluza (HKE) y 4) actividad pesquera desarrollada en la división VIIk (sureste del banco de Porcupine) en cuyo perfil económico de desembarcos destaca la cigala (NEP) junto con merluza.

Con respecto a OTB50 en zona VIII, los análisis realizados mediante el método CLARA proporcionan coeficientes SC entre 0,26 y 0,33, al tiempo que producen un número variable de entre dos y seis grupos (Tabla 4.3.1.a). Optando por la segmentación que proporciona el mayor SC se obtienen cinco grupos con los siguientes perfiles económicos de desembarco (Figura 4.3.1.e): 1) predominio de rapés (MNZ), 2) merluza (HKE), 3) perfil mixto, 4) gallos (LEZ) y 5) predominio de salmonete (MUX). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona tres conglomerados sirviéndose de las variables "base" y "mes", explicando el 16% de la varianza (Figura 4.3.1.f): 1) desembarcos de los barcos matriculados en Ondarroa y Bermeo con perfil económico en que destaca el salmonete (MUX), 2) desembarcos de los barcos de A Coruña y Celeiro dirigidos fundamentalmente a merluza (HKE) y 3) desembarcos de los barcos de Santander, Burela y Pasaia con perfil económico en que destacan rapés (MNZ) y gallos (LEZ).

Figura 4.3.1.c. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cuatro grupos obtenidos en el análisis CLARA realizado sobre los desembarcos en valor económico (€) de OTB50 de zona VII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: COE: congrio, WIT: mendo, BRF: gallineta, LEZ: gallos, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HKE: merluza, WHB: bacaladilla, LNZ: marucas, MUX: salmonete, NEP: cigala, OCT: pulpos, OMZ: potas, FOX: brótolas, RAJ: rayas, MAC: caballa, SYC: pintarroja, CTC: sepia, JAX: jureles, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

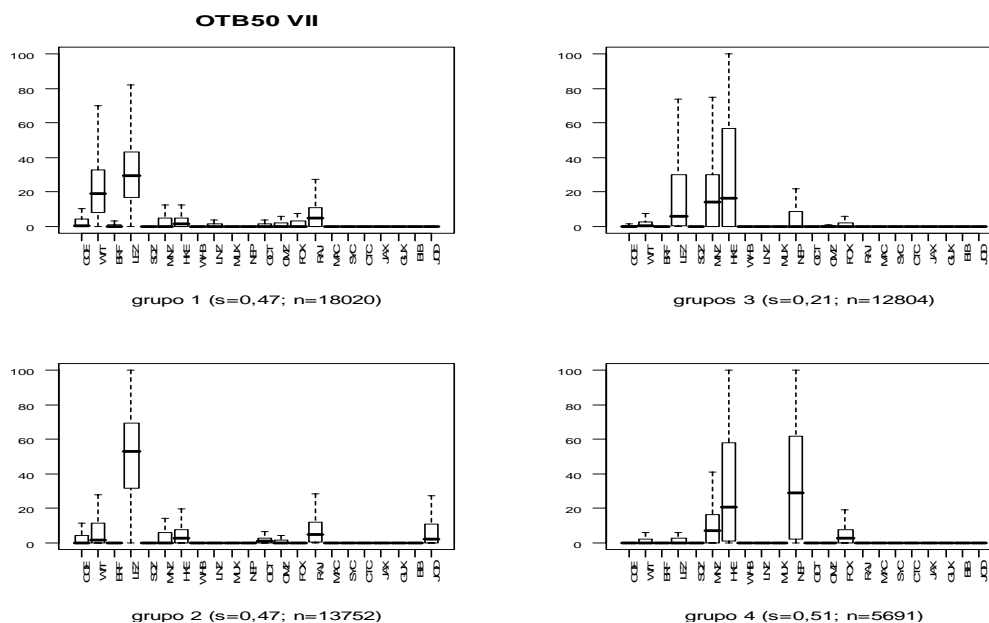


Figura 4.3.1.d. Árbol con los cuatro conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios en valor económico (€) de OTB50 en zona VII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).

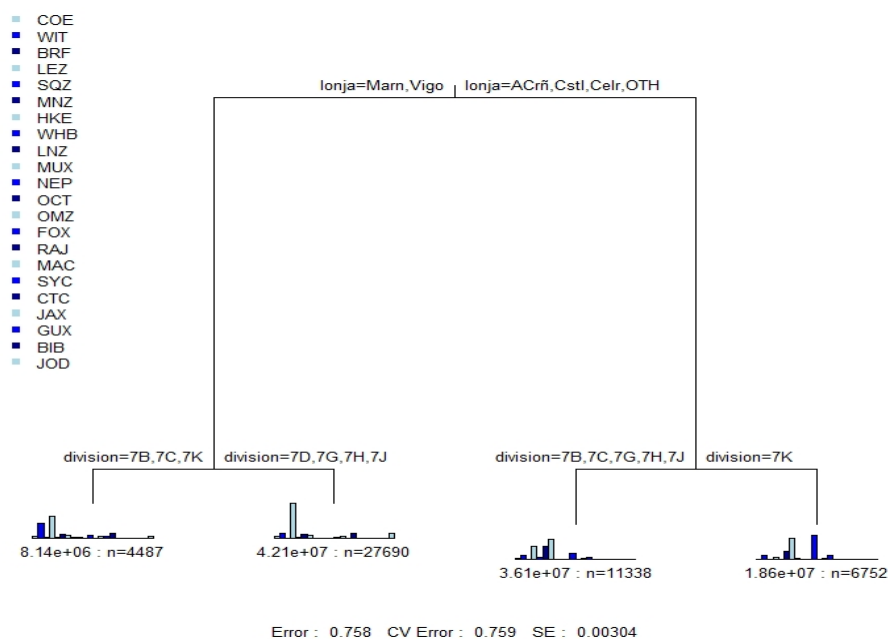


Figura 4.3.1.e. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cinco grupos del análisis CLARA realizado sobre los desembarcos en valor económico (€) de OTB50 de zona VIII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: COE: congrio, WIT: mendo, BRF: gallineta, LEZ: gallos, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HKE: merluza, WHB: bacaladilla, LNZ: marucas, MUX: salmonete, NEP: cigala, OCT: pulpos, OMZ: potas, FOX: brótolas, RAJ: rayas, MAC: caballa, SYC: pintarroja, CTC: sepia, JAX: jureles, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

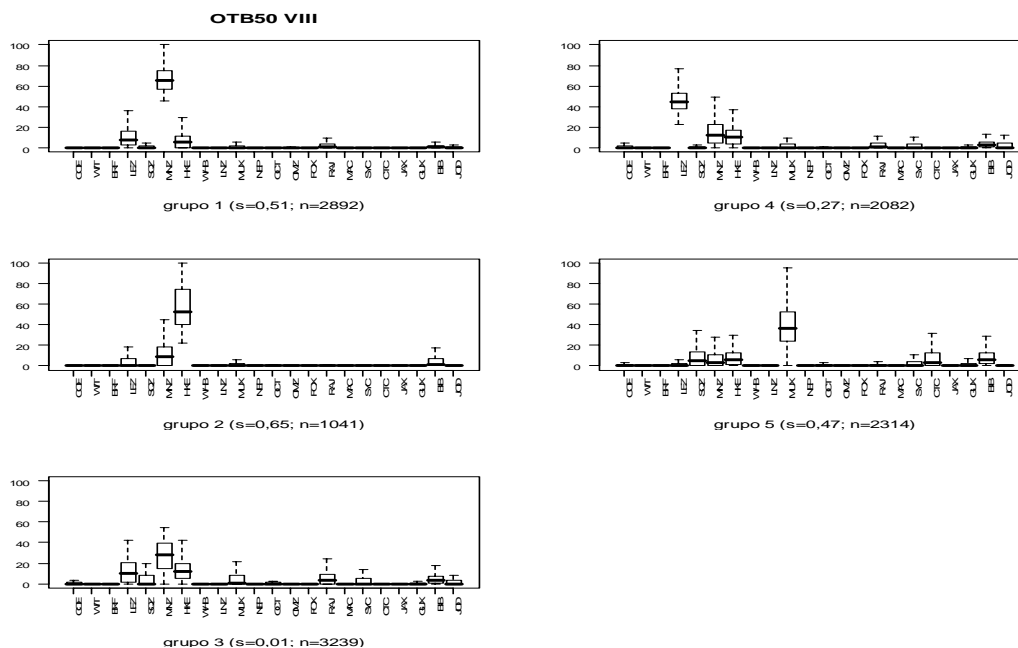
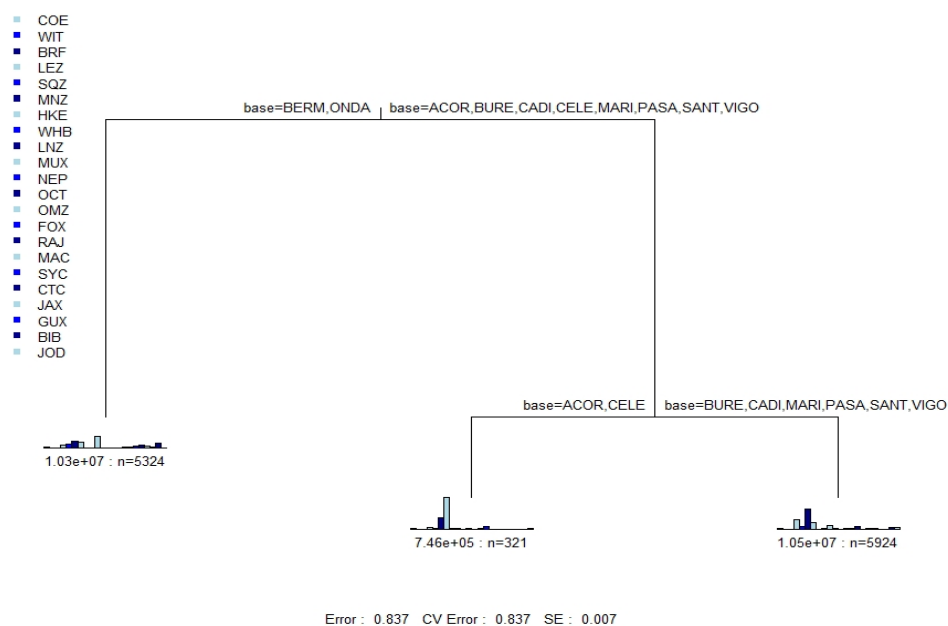


Figura 4.3.1.f. Árbol con los tres conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios en valor económico (€) de OTB50 en zona VIII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Exploración

Salvo para zona VI, en que ambos métodos (CLARA y MRT) han proporcionado resultados muy similares, en zonas VII y VIII se ha optado por explorar los conglomerados obtenidos mediante el método MRT. Además de que ambos métodos proporcionan coeficientes de similar significación, los conglomerados formados mediante el método MRT por variables como “base” y “lonja” facilitan el estudio operativo de la flota. Del total de 96 barcos con actividad OTB50 registrada en los diarios de pesca durante el trienio de estudio (2004-2006), se han encontrado niveles de especialización (>50% del esfuerzo trienal) en 89 de ellos para siete del total de nueve grupos/conglomerados (Tabla 3.4.1.b). De este modo, en zona VI se puede diferenciar entre la estabilidad de la estrategia pesquera de los barcos del Grupo 1 y el carácter ocasional de los del Grupo 2, donde no llega a encontrarse ningún barco especializado. En zona VII, dentro de los buques que desembarcan en Galicia sur (Vigo y Marín) encontramos la mayoría de barcos especializados en el Conglomerado 2, mientras que el pequeño número de barcos identificados en el Conglomerado 1 presentan una tasa de esfuerzo muy baja y una dedicación secundaria elevada (en torno al 30%) en la actividad del Conglomerado 2. Por su parte, dentro de los buques que desembarcan en Galicia norte (A Coruña y Celeiro) y otros puertos encontramos barcos especializados en ambos Conglomerados 4 y 5. Con respecto a la zona VIII, no se han hallado barcos especializados en la actividad pesquera del Conglomerado 2, mientras que los buques de los Conglomerados 1 y 3 presentan tasas de esfuerzo cercanas a 1, lo que indica un elevado grado de especialización en sus respectivas actividades pesqueras.

Entrevistas

Las entrevistas realizadas a una selección aleatoria de patrones de pesca de los buques con elevado índice de especialización indicaron que la actividad dirigida a merluza en la división VIa (Grupo 1) obedece a una estrategia pesquera estable por parte de un número reducido de barcos matriculados en puertos del País Vasco. Sin embargo, la captura de mendo y otros peces planos en la división VIb fue reconocida como una actividad complementaria a la desarrollada en zona VII en busca de estas mismas especies. De hecho, los patrones describieron esta última como una única pesquería dirigida a especies planas (gallos, principalmente) desarrollada por barcos del sur de Galicia, sin apreciar diferencias entre los Conglomerados 1 y 2 de zona VII. Por otra parte, fue reconocida la existencia de un grupo diferente de barcos, con base en puertos de Galicia norte, especializados en la captura de merluza, así como de un pequeño subgrupo dentro de éste con dedicación estacional a la explotación de cigala en el banco de Porcupine. Las entrevistas realizadas a los patrones que faenan en zona VIII permitieron identificar dos actividades pesqueras estables en el área, una desarrollada por barcos del País Vasco (Conglomerado 1) y otra desarrollada por barcos matriculados en el resto de Comunidades Autónomas del litoral cantábrico (Conglomerado 3). Los primeros están especializados en una captura particularmente variada, que incluye tanto peces demersales como pelágicos, priorizando unas especies

sobre otras dependiendo de la época del año y los requerimientos del mercado. Los segundos se dirigen a especies demersales de tradicional interés comercial (rapes y gallos, principalmente). Por su parte, los buques relacionados con el Conglomerado 2 de zona VIII son los mismos que explotan la merluza en zona VII, pero que ocasionalmente, generalmente a finales de año, se desplazan a zona VIII para redondear su cuota.

Tabla 4.3.1.b. Identificación de barcos especializados (>50% de esfuerzo) en los grupos/conglomerados obtenidos en los respectivos análisis multivariantes de la actividad pesquera en precio de venta (€) de OTB50 por zona ICES. La tasa de esfuerzo indica el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos especializados y el total de todo el grupo/conglomerado.

Zona ICES	Método	Grupo/conglomerado	Especies principales (%€)	Nº barcos	Tasa esfuerzo
VI	CLARA	Grupo 1	Merluza (53)	2	1,0
		Grupo 2	Mendo (50)/gallos (23)	0	---
VII	MRT	Conglomerado 1	Gallos (31)/ mendo (22)	3	0,2
		Conglomerado 2	Gallos (51)	44	1,0
		Conglomerado 3	Merluza (27)/gallos (17)/cigala (13)	21	0,6
		Conglomerado 4	Cigala (35)/merluza (31)	9	0,6
VIII	MRT	Conglomerado 1	Salmonete (23)/faneca (10)	7	0,8
		Conglomerado 2	Merluza (62)	0	---
		Conglomerado 3	Rapes (39)/gallos (18)	9	0,9

4.3.2. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de arrastre de fondo en pareja de aguas europeas atlánticas no ibéricas (PTB50)

Análisis multivariante

La Tabla 4.3.2.a muestra los resultados de los análisis realizados mediante el método CLARA bajo diferentes escenarios de muestreo sobre los desembarcos en peso (kg) de la Unidad de Gestión PTB50 en zona VII. El número de grupos obtenido oscila entre tres y cuatro, presentando siempre coeficientes SC significativos ($>0,70$). Escogiendo el resultado de mayor nivel de segmentación ($k=4$), encontramos los siguientes perfiles de desembarco (Figura 4.3.2.a): 1) predominio de merluza (HKE), 2) perfil mixto, 3) predominio de brótolas (FOX) y 4) predominio de palometa (POA). El análisis MRT realizado sobre la misma matriz de datos proporciona ocho conglomerados empleando las variables “lonja”, “año” y “mes”, explicando el 56% de la varianza (Figura 4.3.2.b). Todos los conglomerados presentan un perfil muy similar en el que destaca la merluza, salvo tres en que predominan palometa o brótolas. La primera solamente aparece en el último trimestre del año 2005 (Conglomerado 2, contando desde la izquierda), mientras que el predominio de brótolas se desarrolló en el primer trimestre (Conglomerado 6) y segundo semestre (Conglomerado 7) del año 2004. Estos desembarcos con especies predominantes diferentes a merluza fueron descargados en el puerto gallego de Celeiro.

Los análisis realizados mediante el método CLARA sobre los desembarcos de PTB50 provenientes de zona VIII muestran un elevado grado de estabilidad al fijarse todas las segmentaciones en $k=2$, siempre con coeficientes $SC > 0,5$ (Tabla 4.3.2.a). No obstante, de ambos grupos solamente uno presenta una elevada consistencia interna ($s=0,8$), al tiempo que en sendos perfiles de desembarco la merluza (HKE) resulta la única especie predominante (Figura 4.3.2.c). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona diez conglomerados de baja significación en que la merluza aparece por igual como especie mayoritaria (Figura 4.3.2.d).

Tabla 4.3.2.a. Resultados de los análisis CLARA para diferentes escenarios de muestreo de los desembarcos diarios (kg) de PTB50. *N*: número total de registros, *t*: tamaño de la muestra; *n*: número de muestras; *k*: número de grupos; SC: coeficiente de *silhouette*.

Arrastre en pareja de aguas europeas atlánticas no ibéricas (PTB50)							
Zona VII (N=1225)				Zona VIII (Nº=8343)			
<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC	<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC
100	5	3	0,73	100	10	2	0,55
300	5	4	0,74	300	10	2	0,53
500	5	4	0,73	500	10	2	0,59
100	10	3	0,74	100	25	2	0,62
300	10	4	0,72	300	25	2	0,59
500	10	4	0,73	500	25	2	0,62

Figura 4.3.2.a. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cuatro grupos obtenidos en el análisis de PTB50 de zona VII realizado mediante el método CLARA, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (*s*) y el número de casos (*n*). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: POA: palometa, SQZ: calamares, MNZ: rapes, HAD: eglefino, HKE: merluza, OMZ: potas, FOX: brótolas, MAC: caballa, JAX: jureles, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

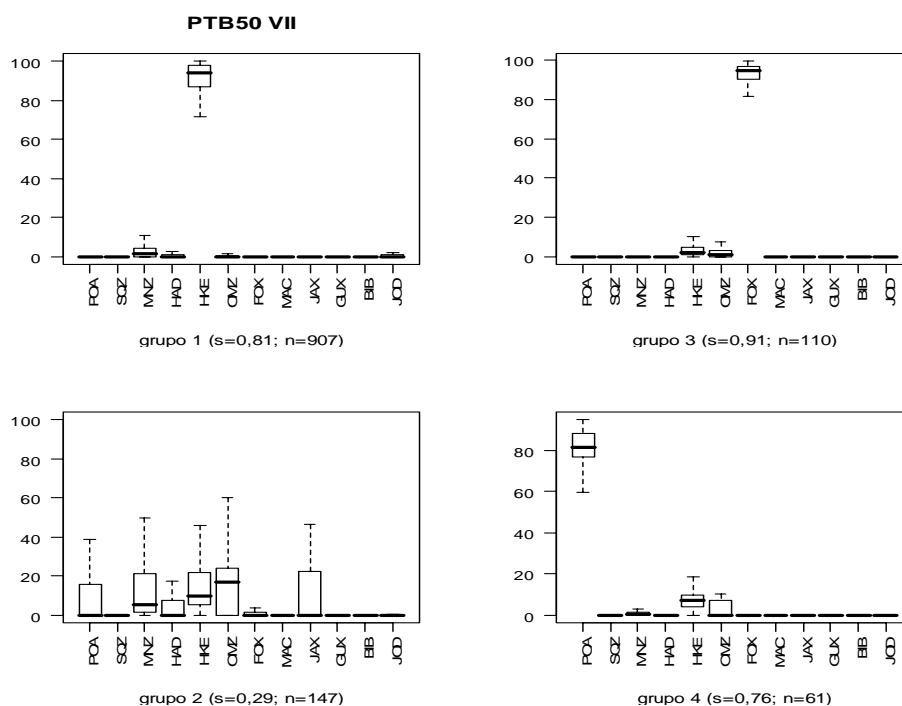


Figura 4.3.2.b. Árbol con los ocho conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de PTB50 en zona VII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).

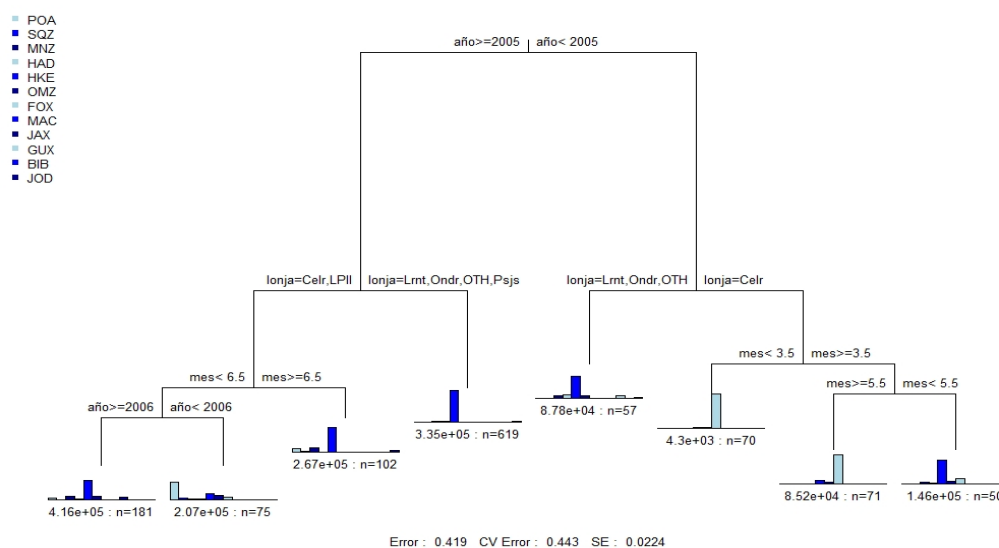


Figura 4.3.2.c. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los dos grupos obtenidos en el análisis de PTB50 de zona VIII realizado mediante el método CLARA, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: POA: palometa, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HAD: eglefino, HKE: merluza, OMZ: potas, FOX: brótolas, MAC: caballa, JAX: jureles, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

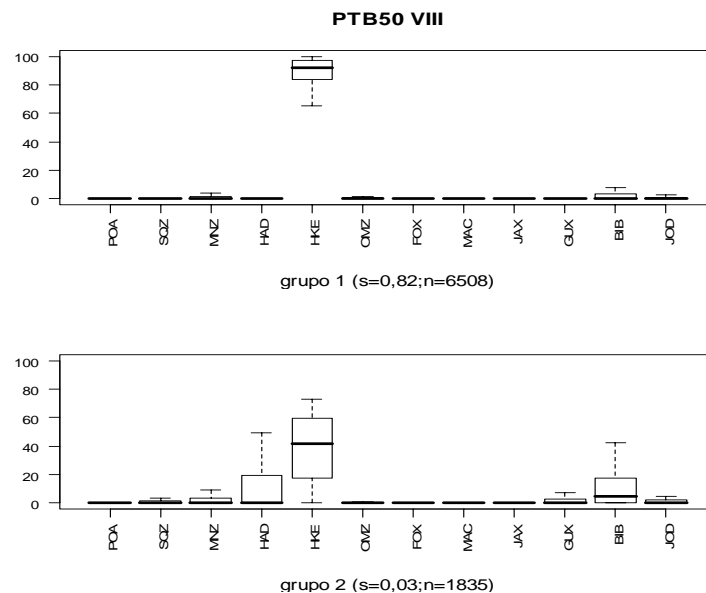
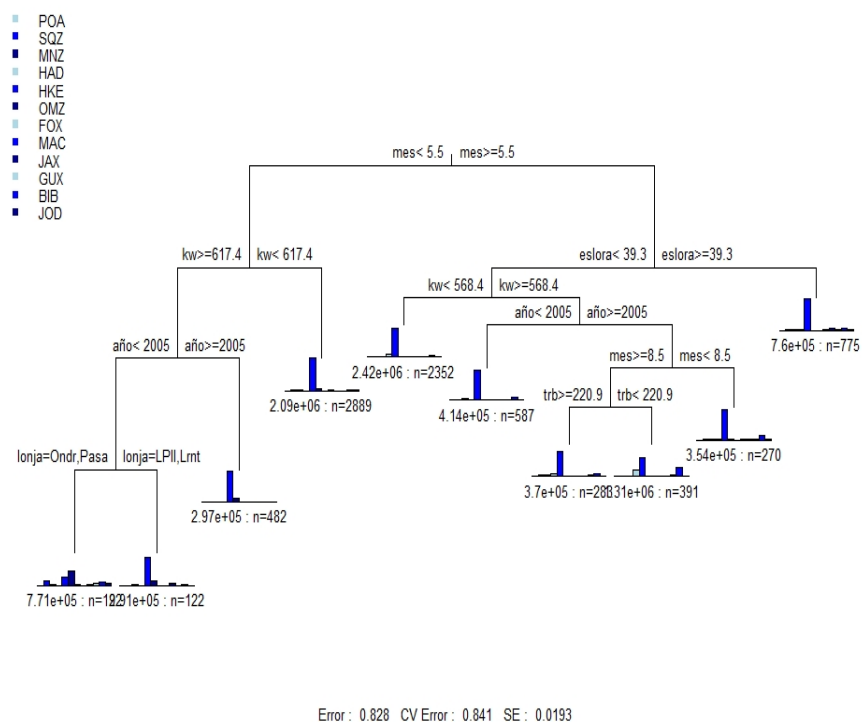


Figura 4.3.2.d. Árbol con los diez conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de PTB50 en zona VIII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Exploración

De los resultados obtenidos mediante ambas metodologías multivariantes, se han utilizado para el proceso de exploración los proporcionados por el método CLARA, tanto por su significación como por su sencillez. De los 20 barcos con actividad PTB50 registrada en los diarios de pesca a lo largo del trienio de estudio (2004-2006) se han hallado 17 con más del 50% de su esfuerzo trienal, todos en los dos grupos con predominio de merluza (Tabla 4.3.2.b). Los dos barcos identificados en zona VII presentan una tasa de esfuerzo inferior a la esperada en una actividad pesquera dirigida; sin embargo, los 15 barcos identificados en zona VIII muestran una tasa de esfuerzo cercana al 1.

Entrevistas

Las entrevistas realizadas a los patrones de pesca describen dos componentes de flota pero una única estrategia de pesca común dirigida a la captura de merluza. Por una parte hay un grupo de barcos gallegos (7) que faenan fundamentalmente en la zona ICES VII alternando, generalmente en diferentes años, la pareja (PTB50) con el arrastre con puertas (OTB50). Estos barcos emplean un arte de pareja tradicional que permite una abertura vertical de hasta 25 m a pesar de ser arrastrado por el fondo. Por otro lado, se encuentra un grupo de barcos vascos (14) que han faenado exclusivamente con arrastre en pareja (PTB50), principalmente en la zona ICES VIII, durante todo el trienio de estudio. Estos barcos emplean el arte de pareja denominado “naberán” que, al igual que el arte tradicional, permite una gran abertura vertical, con la diferencia de que se arrastra muy cerca del fondo pero no establece contacto físico con este.

Tabla 4.3.2.b. Identificación de barcos especializados (>50% de esfuerzo) en los grupos obtenidos en los respectivos análisis multivariantes de la actividad pesquera en desembarcos (kg) de PTB50 por zona ICES. La tasa de esfuerzo indica el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos especializados y el total de todo el grupo.

Zona ICES	Método	Grupo/conglomerado	Especies principales (%kg)	Nº barcos	Tasa esfuerzo
VII	CLARA	Grupo 1	Merluza (93)	2	0,3
		Grupo 2	Bacaladilla (19)/Merluza(10)	0	---
		Grupo 3	Brótolas (94)	0	---
		Grupo 4	Palometa (81)	0	---
VIII	CLARA	Grupo 1	Merluza (92)	15	0,9
		Grupo 2	Merluza (34)/Eglefino (17)	0	---

4.3.3. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de palangre de fondo mayor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS50)

Análisis multivariante

Todos los escenarios de muestreo de los análisis CLARA realizados sobre los desembarcos en peso (kg) de LLS50 en zona VI proporcionan coeficientes SC significativos para $k=2$ (Tabla 4.3.3.a). El análisis de sus respectivos perfiles de desembarco (Figura 4.3.3.a) muestra un grupo (1) de bajo coeficiente de *silhouette* con desembarco mixto compuesto por marucas (LNZ) y merluza (HKE) y un segundo grupo (2) altamente significativo con claro predominio de merluza. El método MRT aplicado sobre la misma matriz de datos proporciona ocho conglomerados, explicando el 23% de la varianza (Figura 4.3.3.b). Sin embargo, la observación de los perfiles de desembarco obtenidos muestra el predominio general de la merluza, sola (en cinco conglomerados), o bien junto a marucas (en los Conglomerados 2 y 6, contando desde la izquierda). El único que se diferencia de este patrón general es el Conglomerado 8, que agrupa los desembarcos provenientes de las capturas realizadas en el último trimestre de 2006 con un claro predominio de palometa.

Tabla 4.3.3.a. Resultados de los análisis CLARA para diferentes escenarios de muestreo de los desembarcos diarios (kg) de LLS50. N : número total de registros, t : tamaño de la muestra; n : número de muestras; k : número de grupos; SC: coeficiente de *silhouette*.

Palangre de fondo mayor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS50)											
zona VI (N=6325)				zona VII (N=26242)				zona VIII (N=1986)			
t	n	k	SC	t	n	k	SC	t	n	k	SC
100	10	2	0,74	100	50	3	0,72	100	5	3	0,69
300	10	2	0,69	300	50	4	0,69	300	5	2	0,70
500	10	2	0,72	500	50	4	0,65	500	5	3	0,71
100	25	2	0,65	100	100	3	0,72	100	10	3	0,69
300	25	2	0,69	300	100	4	0,64	300	10	2	0,70
500	25	2	0,72	500	100	4	0,68	500	10	3	0,71

Figura 4.3.3.a. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los dos grupos obtenidos mediante el método CLARA sobre desembarcos de LLS50 provenientes de zona VI, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ARG: argentinas, ALF: alfonosinos, POA: palometa, USK brosmio, CYO: pailona, COE: congrio, DCA: visera, GAG: cazón, BRF: gallineta, HAD: eglefino, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, SBR: besugo, FOX: brótolas, GAD: fanecas, WRF: cherna, RAJ: rayas, SYC: pintarroja, RED: gallinetas nórdicas, DGS: mielga, CUT: sables y JOD: pez de san Pedro.

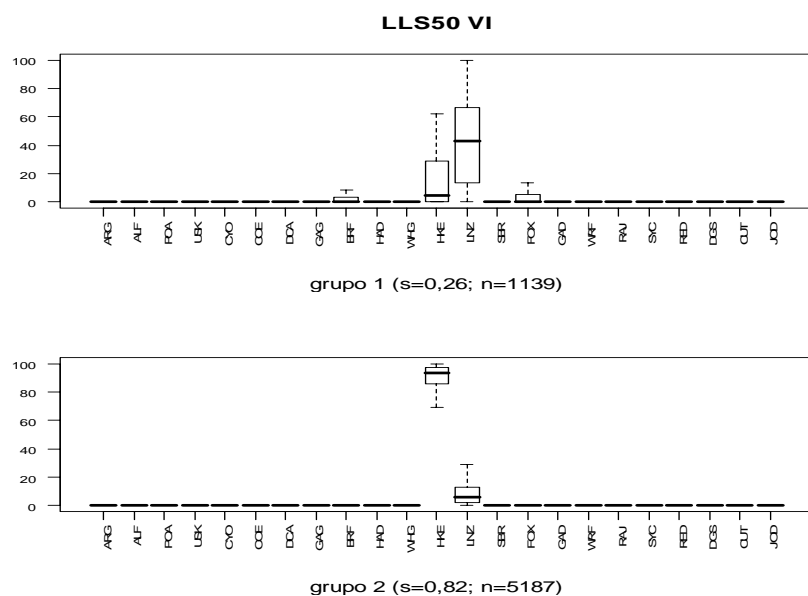
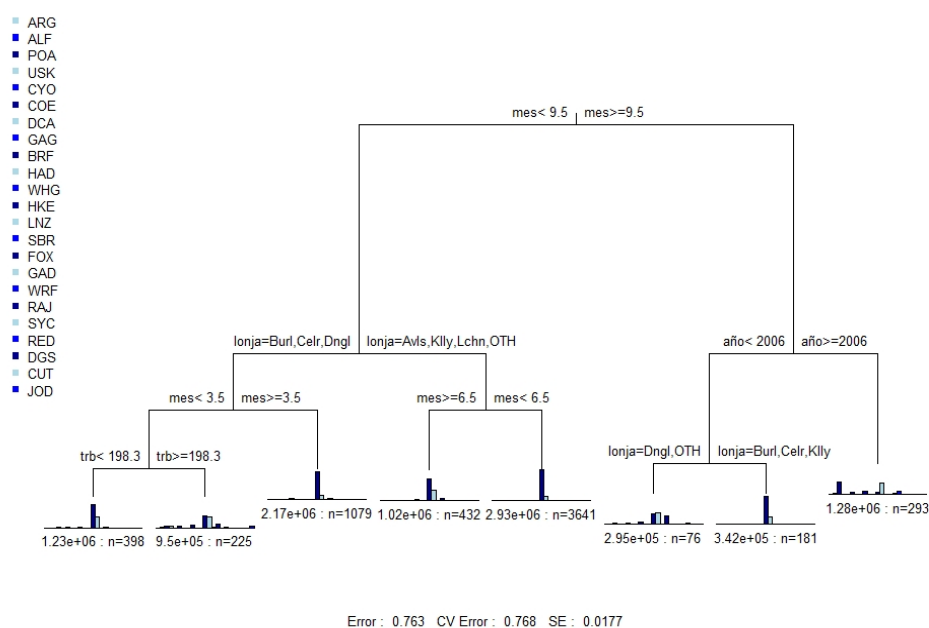


Figura 4.3.3.b. Árbol con los ocho conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de LLS50 en zona VI, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Los análisis CLARA sobre los desembarcos en peso (kg) de LLS50 en zona VII proporcionan coeficientes SC altamente significativos en todos los escenarios de muestreo, proporcionando entre tres y cuatro grupos (Tabla 4.3.3.a). En este caso, a pesar de obtener coeficientes relativamente superiores para una segmentación $k=3$, se decide explorar los resultados de la segmentación $k=4$, pues presenta un cuarto grupo de características diferentes a los otros tres (Figura 4.3.3.c): 1) mayoría de merluza (HKE), 2) perfil mixto (con predominio de congrio), 3) mayoría de brótolas (FOX) y 4) mayoría de marucas (LNZ). Todos los grupos presentan elevados coeficientes *silhouette* internos (s), salvo en el caso del grupo de perfil mixto. El análisis MRT realizado sobre la misma matriz de datos proporciona siete conglomerados de escasa significación (Figura 4.3.3.d). En todos los conglomerados obtenidos destaca la merluza como especie dominante en los desembarcos, salvo en los Conglomerados 1, 2 y 6 (contando desde la izquierda). El Conglomerado 1 es el más claramente aislado de todo el análisis, y está formado por la actividad pesquera de buques matriculados en el puerto de Ondarroa, cuyos desembarcos se caracterizan por presentar una elevada proporción de congrio. El Conglomerado 2 reúne la actividad pesquera realizada en el banco de Gran Sol el último trimestre del año 2006, y en sus desembarcos aparece palometa. El Conglomerado 6 reúne las capturas realizadas en el banco de Porcupine y presenta niveles similares de merluza y marucas.

El análisis CLARA sobre los desembarcos en peso (kg) de LLS50 en zona VIII proporcionan coeficientes SC significativos para dos y tres grupos (Tabla 4.3.3.a). Escogiendo el de mayor grado de segmentación, la gráfica de *silhouette* muestra coeficientes internos (s) significativos para dos de ellos, mientras que el tercero presenta un coeficiente $s=0,17$ (Figura 4.3.3.e). Con respecto a los perfiles de desembarco, en todos los grupos destaca alguna especie en particular: 1) merluza (HKE), 2) marucas (LNZ) y merluza y 3) congrio (COE). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona dos conglomerados mediante la variable “base”, explicando el 48% de la varianza (Figura 4.3.3.f). El Conglomerado 1 reúne la actividad pesquera de los barcos matriculados en el puerto vasco de Ondarroa, cuya composición específica resulta dominada por el congrio, mientras que en el perfil de desembarco del Conglomerado 2 predomina claramente la merluza.

Figura 4.3.3.c. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cuatro grupos obtenidos mediante el método CLARA sobre los desembarcos de LLS50 provenientes de zona VII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ARG: argentinas, ALF: alfonosinos, POA: palometa, USK brosmio, CYO: pailona, COE: congrio, DCA: viseras, GAG: cazón, BRF: gallineta, HAD: eglefino, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, SBR: besugo, FOX: brótolas, GAD: faneca, WRF: cherna, RAJ: rayas, SYC: pintarroja, RED: gallinetas nórdicas, DGS: mielga, CUT: sables y JOD: pez de san Pedro.

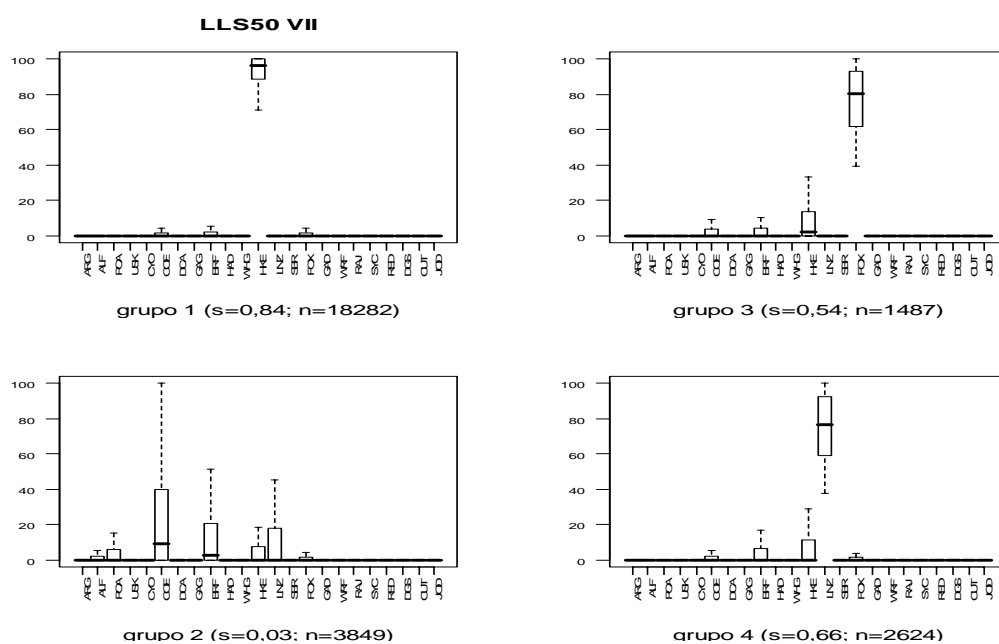


Figura 4.3.3.d. Árbol con los siete conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de LLS50 en zona VII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).

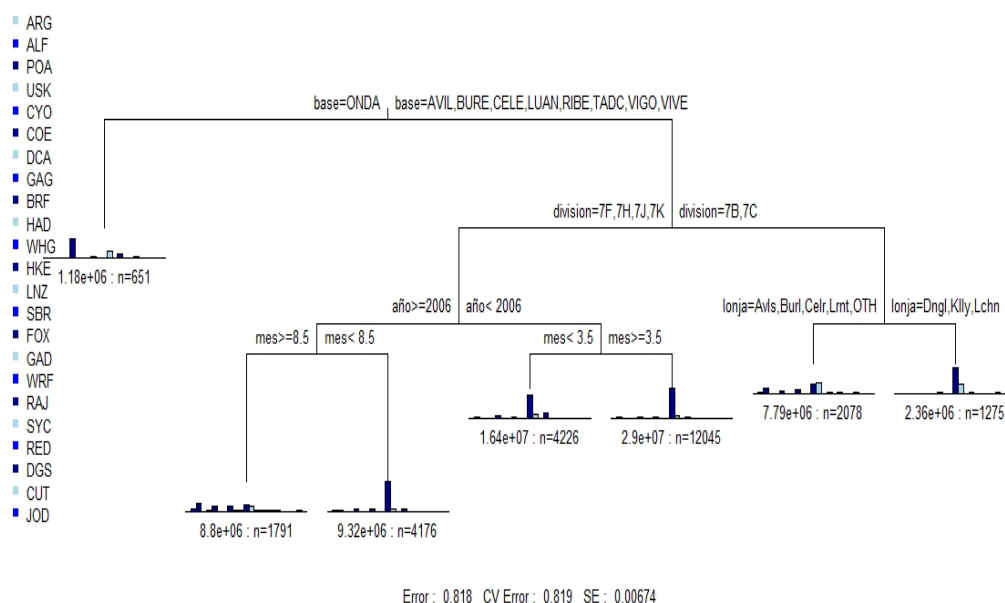


Figura 4.3.3.e. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los tres grupos obtenidos en el análisis CLARA de los desembarcos de LLS50 provenientes de zona VIII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ARG: argentinas, ALF: alfonsinos, POA: palometa, USK brosmio, CYO: pailona, COE: congrio, DCA: viseras, GAG: cazón, BRF: gallineta, HAD: eglefino, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, SBR: besugo, FOX: brótolas, GAD: faneca, WRF: cherna, RAJ: rayas, SYC: pintarroja, RED: gallinetas nórdicas, DGS: mielga, CUT: sables y JOD: pez de san Pedro.

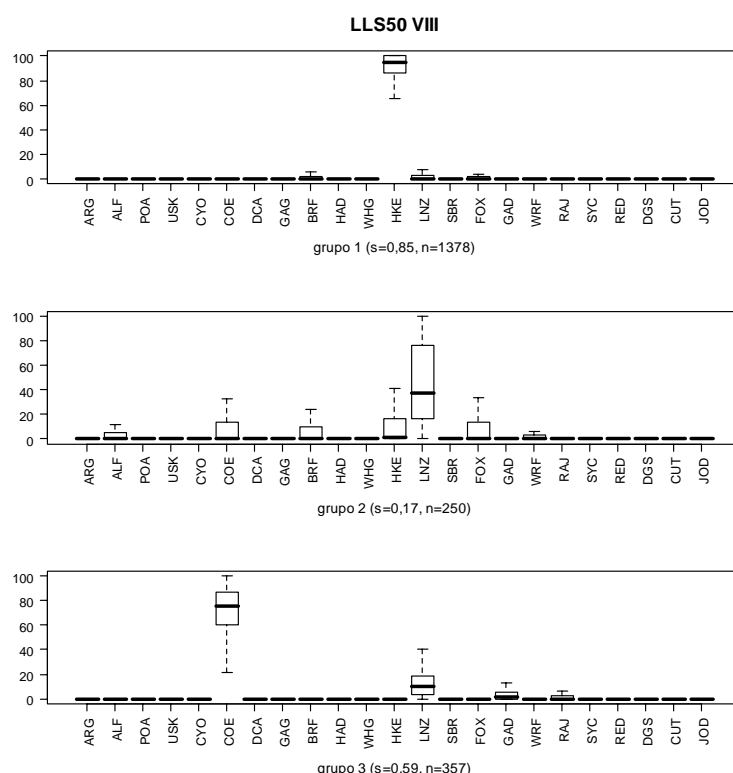
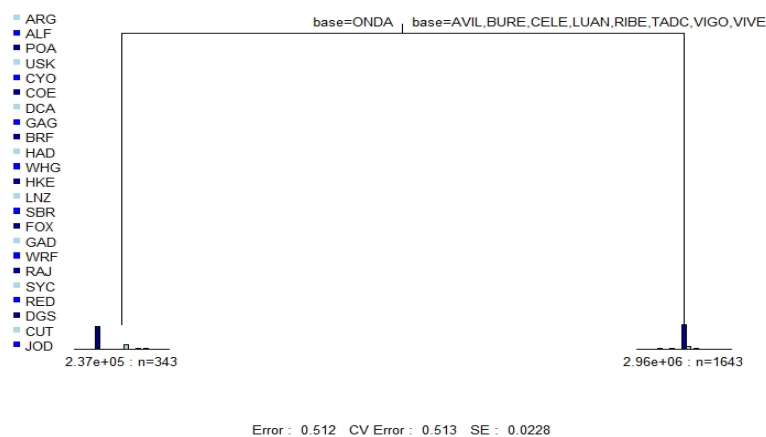


Figura 4.3.3.f. Árbol con los dos conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de LLS50 en zona VIII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Exploración

Para el proceso de exploración se han escogido, debido a sus niveles de significación, los grupos obtenidos mediante el método CLARA en las zonas VI y VII y los conglomerados identificados por el método MRT en zona VIII. Del total de 63 barcos con actividad LLS50 registrada a lo largo del trienio de estudio (2004-2006), se han encontrado 33 con niveles de esfuerzo superiores al 50% solamente en los Grupos 1 y 2 de zona VII, mientras que el resto de buques presentan una dedicación media del 40% a alguno de estos mismos grupos (Tabla 4.3.3.b). Por otro lado, 2 de los 4 barcos identificados en el Grupo 2 de zona VII resultaron ser los de mayor dedicación al Conglomerado 1 de zona VIII (36% de dedicación media). Sus capturas en ambas zonas se caracterizan por el predominio de congrio sobre otras especies.

Tabla 4.3.3.b. Identificación de barcos especializados (>50% de esfuerzo) en los grupos/conglomerados obtenidos en los respectivos análisis multivariantes de la actividad pesquera de LLS50 por zona ICES. La tasa de esfuerzo indica el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos especializados y el total de todo el grupo/conglomerado.

Zona ICES	Método	Grupo/Conglomerado	Especies objetivo (%kg)	Nº arcos	Tasa esfuerzo
VI	CLARA	Grupo 1	Marucas (40)/merluza (12)	0	---
		Grupo 2	Merluza (91)	0	---
VII	CLARA	Grupo 1	Merluza (92)	29	0,7
		Grupo 2	mixto [Congrio (25)]	4	0,2
		Grupo 3	Brótolas (80)	0	---
		Grupo 4	Marucas (76)	0	---
VIII	MRT	Conglomerado 1	Congrio (72)	0	---
		Conglomerado 2	Merluza (80)	0	---

Entrevistas

La información obtenida mediante entrevistas a los patrones de pesca, y corroborada por suministradores de aparejos, permite distinguir entre dos tipos principales de palangre:

1. Aparejo para pescar merluza: línea madre de 2 mm de grosor, 10.000 anzuelos (aprox.) de tamaño nº 3 y cebo de sardina.
2. Aparejo para pescar congrio/brótolas: línea madre de 2,5 mm de grosor, 7.000 anzuelos (aprox.) de tamaño nº 6 y cebo de caballa troceada.

De los 29 barcos relacionados con el Grupo 1 de zona VII, se seleccionaron dos al azar. Los dos patrones entrevistados reconocieron utilizar el aparejo tipo 1 para su actividad principal: la pesquería de “merluza del pincho”. Esta pesquería se caracteriza por dirigirse a ejemplares adultos de merluza, que adquieren precios de mercado muy superiores al de la fracción poblacional de esta misma especie explotada por las flotas de arrastre. Estos patrones no indicaron la existencia de pesquerías dirigidas a marucas o palometa, sino que es en la de merluza donde simultáneamente también se capturan estas especies de forma secundaria utilizando el mismo aparejo y sin alteraciones en la táctica pesquera. Las marucas presentan preferencias batimétricas que afectan a su abundancia en las capturas según la zona de pesca. Con respecto a la palometa, sus altas capturas en el año 2006 fueron descritas como resultado de una de sus migraciones plurianuales hacia el norte, en lugar de ser consecuencia de la búsqueda deliberada de esta especie. No ocurre así con la brótola, ya que a pesar de no hallar barcos especializados, los patrones entrevistados reconocieron la dedicación esporádica de algunas mareas a la explotación de esta especie, lo que explicaría la escasa tasa de especialización obtenido en este grupo.

De los 4 barcos de LLS50 identificados en el Grupo 2 de zona VII, se conformaron dos grupos para las entrevistas en función del perfil de desembarco trienal observado: con elevado porcentaje de congrio y mixto. En el segundo grupo tan solo se encontró un barco, el cual fue autodefinido como “merlucero”, si bien había entrado recientemente en la pesquería (último trimestre de 2006). Sin embargo, el primer grupo resultó estar formado por tres palangreros de Ondarroa dedicados a la captura de congrio, actividad que desarrollan en ambas zonas ICES, VII y VIII, para lo que emplean un aparejo de tipo 2.

4.3.4. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de enmalle de fondo mayor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS50)

Análisis multivariante

La Tabla 4.3.4.a muestra los resultados de los diferentes niveles de muestreo de los análisis realizados mediante el método CLARA sobre los desembarcos de GNS50. En aquellos provenientes de zona VII, todos los escenarios de muestreo proporcionan coeficientes SC significativos, produciendo segmentaciones entre tres y cinco grupos. Una exploración preliminar indica, para las segmentaciones $k=4$ y $k=5$, la formación de subgrupos con diferencias irrelevantes dentro de algunos ya formados en la segmentación $k=3$, la cual proporciona los siguientes tres perfiles de desembarco (Figuras 4.3.4.a): 1) elevado porcentaje de merluza (HKE), b) perfil mixto de merluza y marucas (LNZ) y 3) elevado porcentaje de gallineta (BRF). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona cinco conglomerados de baja significación, con predominio de merluza en tres de ellos (Figura 4.3.4.b). El Conglomerado 3 (contando desde la izquierda), compuesto por un escaso número de días de pesca, reúne descargas de perfil mixto realizadas en el puerto gallego de Burela, mientras que en el Conglomerado 5 la merluza aparece como especie secundaria tras la gallineta.

Todos los escenarios de los análisis realizados mediante el método CLARA sobre la actividad pesquera de GNS50 en zona VIII proporcionan coeficientes SC significativos (Tabla 4.3.4.a), produciendo segmentaciones entre tres y cinco grupos. La segmentación $k=4$ proporciona cuatro perfiles de desembarco diferenciables (Figuras 4.3.4.c): 1) merluza (HKE), 2) rapés (MNZ), 3) alfonsinos (ALF) y 4) perfil mixto de merluza y otras especies. El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona cinco conglomerados y explica el 25% de la varianza (Figura 4.3.4.d) empleando las variables “lonja”, “año” y “mes”. No obstante, la mayoría de conglomerados presentan la merluza como especie principal, salvo en los pequeños Conglomerados 1 y 3, en que las especies principales resultan rapés y alfonsinos, respectivamente.

Tabla 4.3.4.a. Resultados de los análisis CLARA para diferentes escenarios de muestreo de los desembarcos diarios (kg) de GNS50. *N*: número total de registros, *t*: tamaño de la muestra; *n*: número de muestras; *k*: número de grupos; SC: coeficiente de *silhouette*.

Enmalle de fondo mayor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS50)							
Zona VII (N=3147)				Zona VIII (N=2338)			
<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC	<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC
100	5	4	0,72	100	5	4	0,75
300	5	4	0,74	300	5	4	0,72
500	5	5	0,71	500	5	5	0,69
100	10	4	0,72	100	10	3	0,74
300	10	3	0,70	300	10	4	0,70
500	10	3	0,70	500	10	5	0,69

Figura 4.3.4.a. Diagrama de cajas con la proporción de las especies de los tres grupos obtenidos en el análisis CLARA de los desembarcos de GNS50 provenientes de zona VII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (*s*) y el número de casos (*n*). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ALF: alfonosinos, POA: palometa, BSS: lubina, BRF: gallineta, LEZ: gallos, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HAD: eglefino, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, MUX: salmonetes, OMZ: potas, FOX: brótolas, POL: abadejo, TUR: rodaballo, RED: gallinetas nórdicas, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

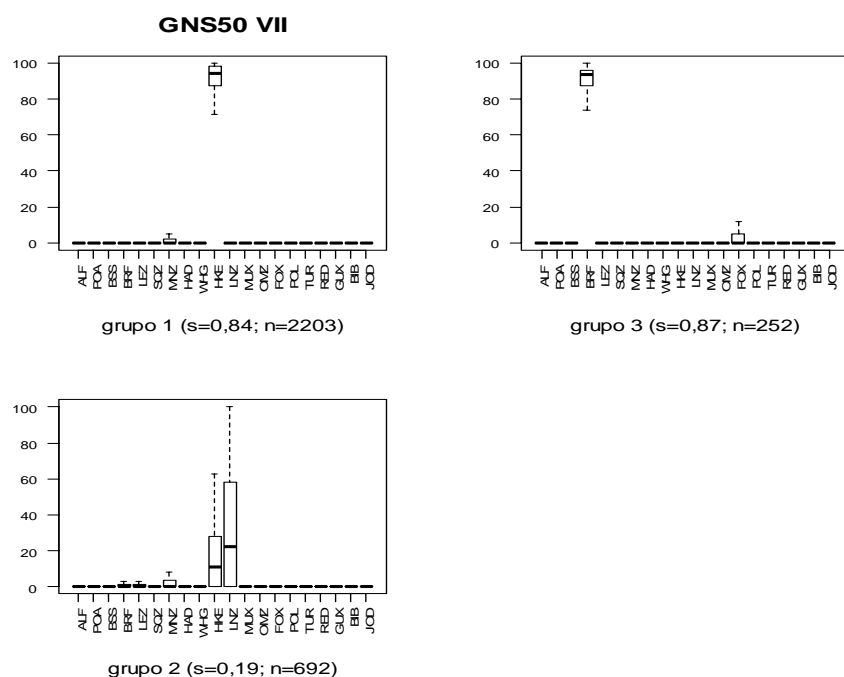


Figura 4.3.4.b. Árbol con los cinco conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de GNS50 en zona VII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).

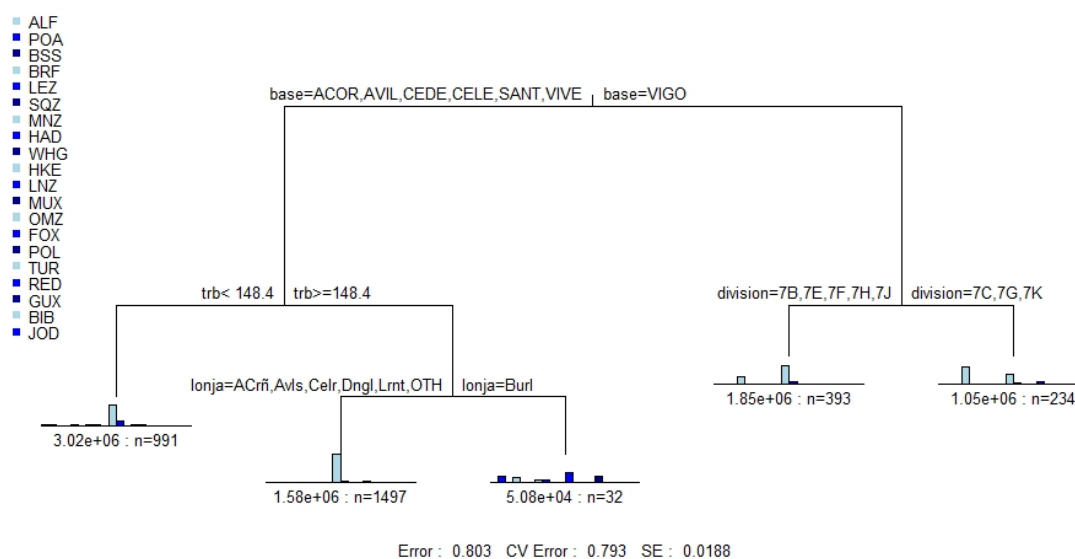


Figura 4.3.4.c. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cuatro grupos obtenidos en el análisis CLARA de los desembarcos de GNS50 provenientes de zona VII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (*s*) y el número de casos (*n*). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ALF: alfonsinos, POA: palometa, BSS: lubina, BRF: gallineta, LEZ: gallos, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HAD: eglefino, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, MUX: salmonetes, OMZ: potas, FOX: brótolas, POL: abadejo, TUR: rodaballo, RED: gallinetas nórdicas, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

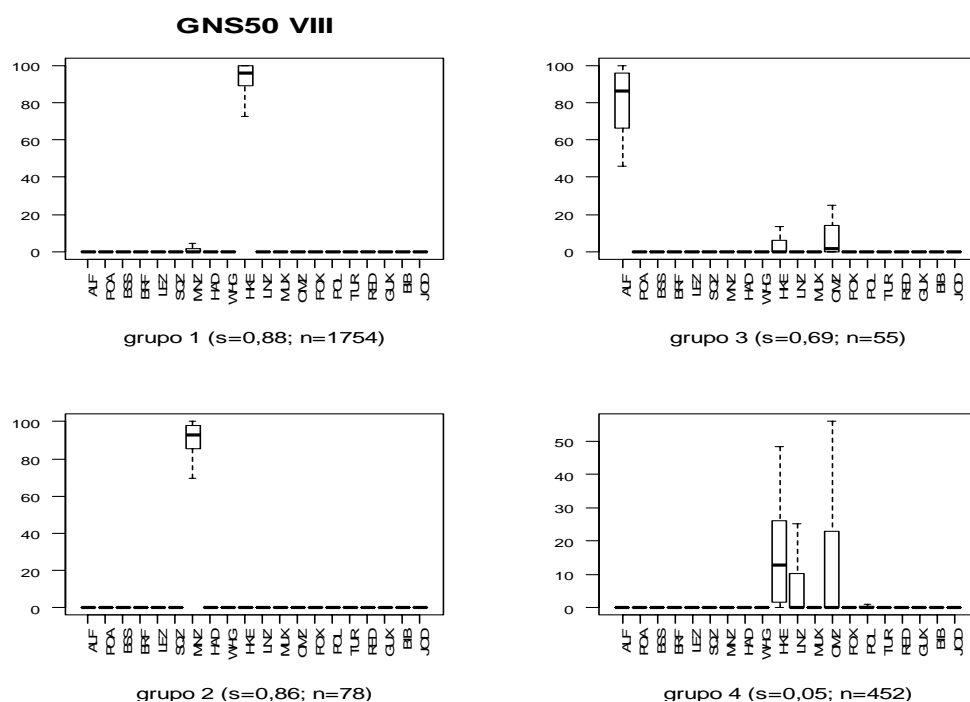
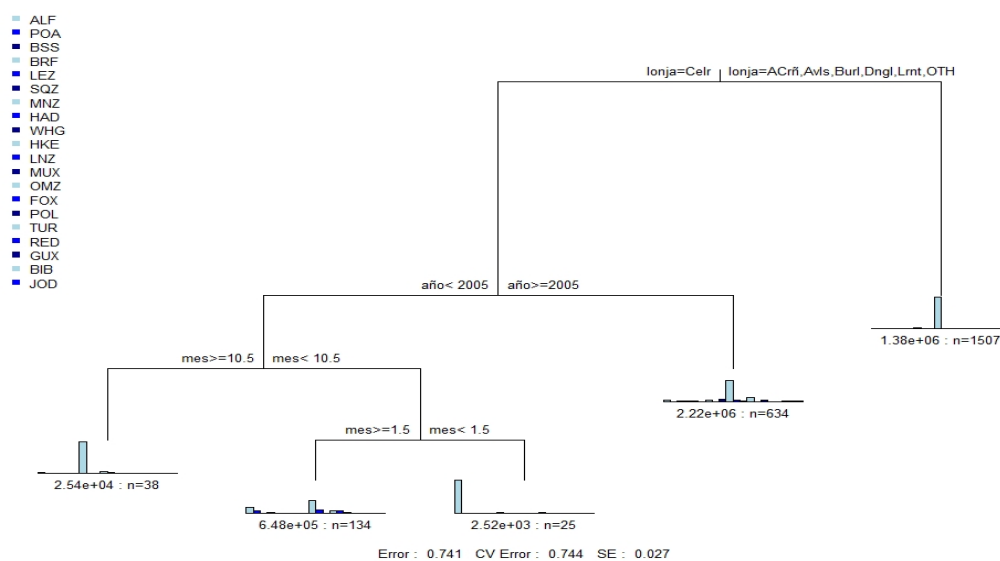


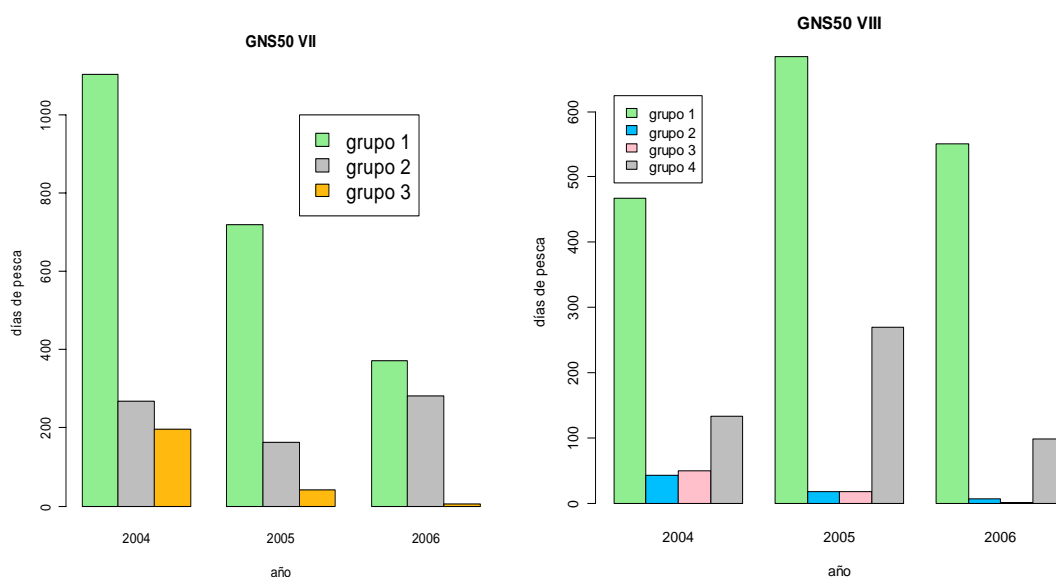
Figura 4.3.4.d. Árbol con los cinco conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de GNS50 en zona VIII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Exploración

Para el proceso de exploración se han escogido los grupos obtenidos mediante el método CLARA debido a su mayor significación. La exploración llevada a cabo para identificar grupos de barcos especializados sobre los que desarrollar el proceso de entrevistas a los patrones ha permitido comprobar la temporalidad de algunos grupos de actividad diferentes a los dirigidos a merluza. La actividad GNS50 de zona VII relacionada con la captura de gallineta realizada por barcos matriculados en el puerto de Vigo sufre un proceso de desaparición a lo largo del período de estudio, del mismo modo que los días de pesca con altos porcentajes de rapés y alfonsinos detectados en la actividad GNS50 de zona VIII (Figura 4.3.4.e). De los 13 barcos con actividad GNS50 a lo largo del trienio, solo se han encontrado niveles de dedicación superior al 50% en los grupos de actividad relacionados con la captura de merluza (Tabla 4.3.4.b), ambos con tasas de esfuerzo similarmente altas.

Figura 4.3.4.e. Distribución por año del esfuerzo trienal (2004-2006) de los grupos identificados mediante análisis CLARA en la actividad pesquera de GNS50 en zonas VII y VIII.



Entrevistas

La información obtenida mediante entrevistas a los patrones de pesca de GNS50 no indica la existencia de diferentes tipos de enmalle, ya que los patrones entrevistados solo identificaron la existencia de una única pesquería dirigida a merluza. Los patrones también identificaron una reducción del esfuerzo en zona VII como consecuencia de la prohibición del enmalle en esta zona en 2006 (CCE, 2006). Dicha prohibición fue derogada para determinadas flotas, entre ellas la española, a partir de julio del mismo año, una vez demostrada su escasa incidencia sobre especies de aguas profundas.

Tabla 4.3.4.b. Identificación de barcos especializados (>50% de esfuerzo) en los grupos obtenidos en los respectivos análisis multivariantes de la actividad pesquera en desembarcos (kg) de GNS50 por zona ICES. La tasa de esfuerzo indica el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos especializados y el total de todo el grupo.

Zona ICES	Método	Grupo/conglomerado	Especies objetivo (%kg)	Nº barcos	Tasa esfuerzo
VII	CLARA	Grupo 1	Merluza (93)	6	0,7
		Grupo 2	Maruca (41)/Merluza (14)	0	---
		Grupo 3	Gallineta (91)	0	---
VIII	CLARA	Grupo 1	Merluza (94)	7	0,6
		Grupo 2	Rapes (90)	0	---
		Grupo 3	Alfonsino (82)	0	---
		Grupo 4	Potas (19)/Merluza (14)	0	---

4.3.5. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de palangre de fondo menor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS60)

Análisis multivariante

La Tabla 4.3.5.a muestra los resultados de los diferentes escenarios de muestreo de los análisis realizados mediante el método CLARA sobre los desembarcos de LLS60. En zona VII, todos los escenarios proporcionan coeficientes SC significativos para dos grupos. La estructura interna de los mismos también presenta coeficientes significativos, cuyos perfiles de desembarco en peso se corresponden con elevados porcentajes de 1) quelvachos (CWO) y 2) brótolas (FOX) (Figura 4.3.5.a). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona seis conglomerados explicando el 62% de la varianza (Figura 4.3.5.b). En este caso, el peso principal del análisis es sostenido, en primer lugar, por la variable “lonja”, y de forma secundaria por variables temporales como “año” y “mes”. Entre los conglomerados formados por este análisis destacan dos tipos de perfiles de captura principales. Por una parte, el Conglomerado 2, constituido por las capturas desembarcadas en los puertos de Avilés, Celeiro y Lorient con anterioridad al año 2006 y compuestos por quelvachos. En el resto de conglomerados destacan, en mayor o menor medida, los desembarcos de brótolas.

Tabla 4.3.5.a. Resultados de los análisis CLARA para diferentes escenarios de muestreo de los desembarcos diarios (kg) de LLS60. *N*: número total de registros, *t*: tamaño de la muestra; *n*: número de muestras; *k*: número de grupos; SC: coeficiente de *silhouette*.

Palangre de fondo menor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS60)							
Zona VII (N=600)				Zona VIII (Nº=3569)			
<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC	<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC
100	2	2	0,55	100	5	3	0,55
300	2	2	0,59	300	5	3	0,58
500	2	2	0,59	500	5	5	0,49
--	--	--	--	100	10	5	0,57
--	--	--	--	300	10	3	0,58
--	--	--	--	500	10	2	0,50

Figura 4.3.5.a. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los dos grupos obtenidos mediante el análisis CLARA de los desembarcos de LLS60 provenientes de zona VII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ARG: argentinas, ALF: alfonosinos, POA: palometa, USK: brosmio, CYO: pailona, COE: congrio, DCA: viseras, BSS: lubina, EPI: bocanegra, BRF: gallineta, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, SBR: besugo, RPG: pargo, FOX: brótolas, POL: abadejo, WRF: cherna, RED: gallinetas nórdicas, CUT: sables y BIB: faneca.

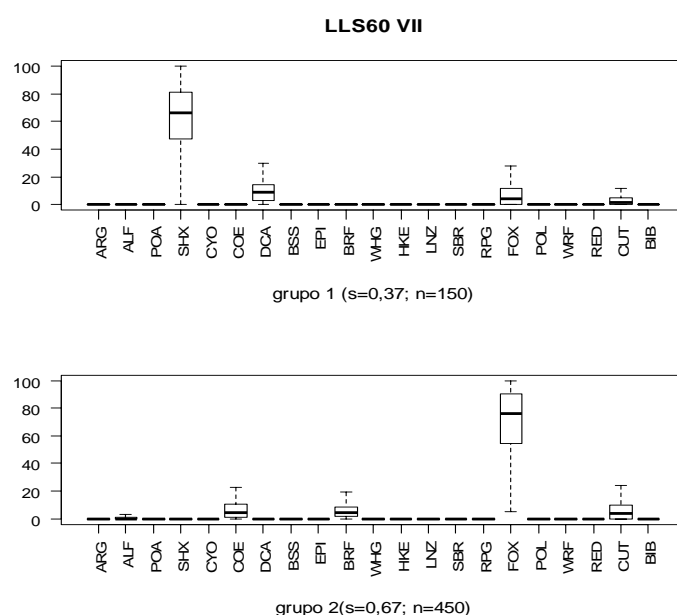
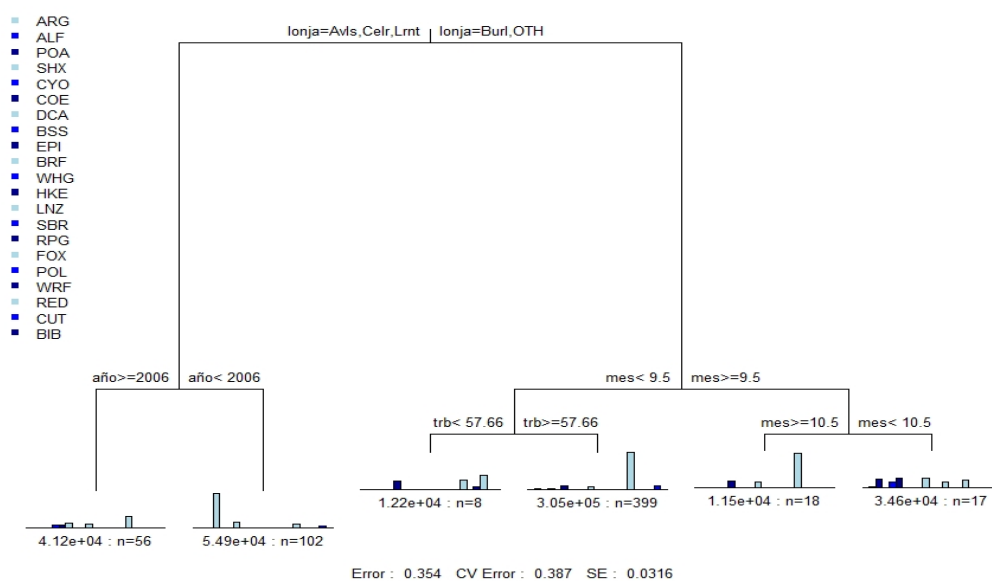


Figura 4.3.5.b. Árbol con los seis conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de LLS60 en zona VII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).



Todos los escenarios de los análisis CLARA realizados sobre los desembarcos de LLS60 en zona VIII producen coeficientes SC significativos para un rango de dos a cinco grupos (Tabla 4.3.5.a). Una exploración de sus perfiles de desembarco indica la idoneidad de la segmentación $k=5$ debido a que proporciona información sobre un mayor número de perfiles diferentes (Figuras 4.3.5.c): 1) alto porcentaje de merluza (HKE), 2) perfil mixto, 3) quelvachos (SHX), 4) marucas (LNZ) y 5) congrio (COE). El análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona seis conglomerados explicando el 30% de la varianza (Figura 4.3.5.c), recurriendo principalmente a las variables “base” y “división”. Estas variables distinguen, en primer lugar, entre los desembarcos realizados por buques de Llarca (primer conglomerado por la izquierda), en los que destaca el congrio. La actividad pesquera desembarcada en el resto de puertos es a su vez subdividida por el lugar de captura (“division”), separando los desembarcos procedentes de las divisiones VIIIbd, en las que destacan quelvachos y alfoncinos, de aquellos procedentes de la división VIIa. En esta última rama encontramos un único perfil con mayoría de marucas (Conglomerado 3), ya que en los restantes la merluza siempre resulta mayoritaria (Conglomerados 4-6).

Exploración

El proceso de exploración se ha hecho siguiendo los grupos obtenidos mediante el método CLARA, fundamentalmente por presentar menor número de grupos, ya que ambas metodologías proporcionaron resultados altamente significativos. De los 11 barcos con actividad en la Unidad de Gestión LLS60 a lo largo del trienio, se han encontrado índices de dedicación superior al 50% en tres de los grupos (Tabla 4.3.5.b). El único barco que presenta un elevado nivel de especialización en zona VII (60%) ejerce el resto de su esfuerzo (40%) en zona VIII. Por su parte, los cuatro barcos relacionados con el Grupo 1 de zona VIII (merluza) presentan una estrategia pesquera de alternancia de artes: utilización de enmalle durante el primer semestre y palangre durante el segundo. Sin embargo, los Grupos 2 (mixto), 3 (quelvachos) y 5 (congrio) de zona VIII presentan diferentes patrones estacionales (Figura 4.3.5.e). Por su parte, la actividad pesquera dirigida a quelvachos muestra una alta variabilidad interanual pues su actividad se concentra en el período 2004-2005, lo que también ha sido detectado en su actividad en zona VII.

Figura 4.3.5.c. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cinco grupos obtenidos en el análisis CLARA de los desembarcos de LLS60 provenientes de zona VIII, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ARG: argentinas, ALF: alfonosinos, POA: palometa, USK: brosmio, CYO: pailona, COE: congrio, DCA: visera, BSS: lubina, EPI: bocanegra, BRF: gallineta, WHG: merlán, HKE: merluza, LNZ: marucas, SBR: besugo, RPG: pargo, FOX: brótolas, POL: abadejo, WRF: cherna, RED: gallinetas nórdicas, CUT: sables y BIB: fanecas.

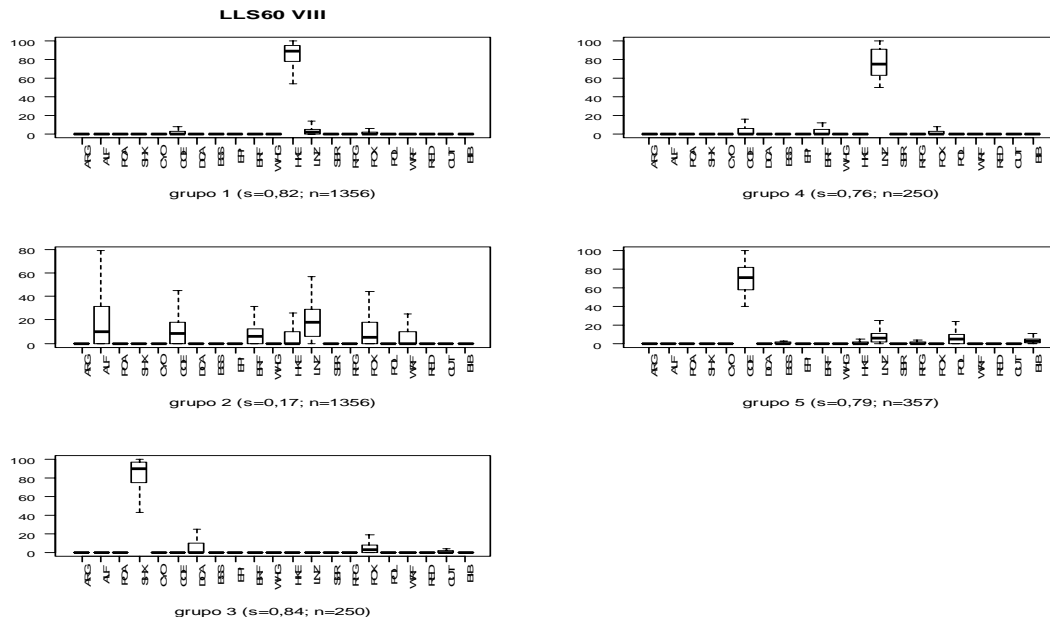


Figura 4.3.5.d. Árbol con los seis conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de LLS60 en zona VIII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).

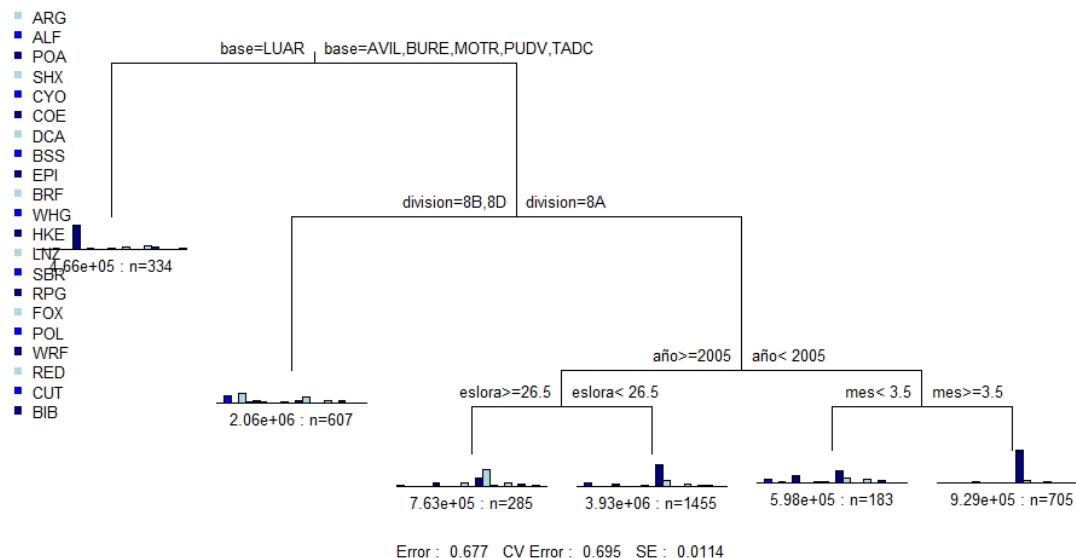
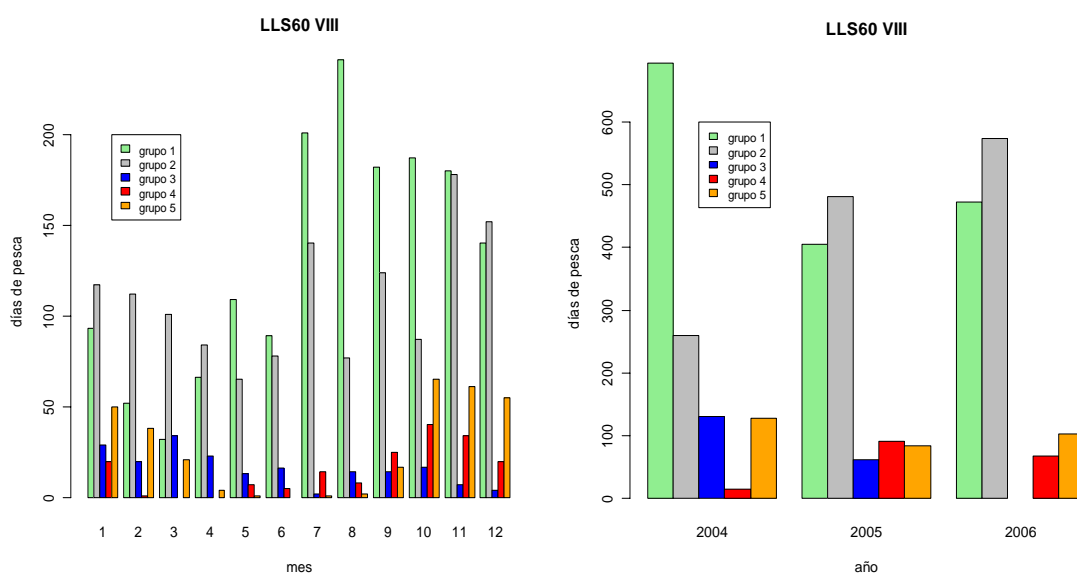


Tabla 4.3.5.c. Identificación de barcos especializados (>50% de esfuerzo) en los grupos obtenidos en los respectivos análisis multivariantes de la actividad pesquera en desembarcos (kg) de LLS60 por zona ICES. La tasa de esfuerzo indica el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos especializados y el total de todo el grupo.

Zona ICES	Método	Grupo/conglomerado	Especies objetivo (%kg)	Nº barcos	Tasa esfuerzo
VII	CLARA	Grupo 1	Quelvachos (66)	0	---
		Grupo 2	Brótolas (74)	1	0,7
VIII	CLARA	Grupo 1	Merluza (88)	4	0,7
		Grupo 2	mixto	3	0,6
		Grupo 3	Quelvachos (87)	0	---
		Grupo 4	Marucas (80)	0	---
		Grupo 5	Congrio (73)	0	---

Figura 4.3.5.e. Evolución mensual y anual del esfuerzo de los cinco grupos obtenidos en el análisis CLARA de la actividad de LLS60 en zona VIII a lo largo del trienio de estudio.



Entrevistas

La información obtenida mediante entrevistas a los patrones de pesca y los suministradores de aparejos permiten distinguir un tercer tipo de palangre entre los empleados por LLS60, además de los dos empleados por LLS50 descritos en la Sección 4.3.3. Este aparejo (tipo 3) se utiliza específicamente para pesca de tiburones de profundidad y consta de una línea madre de 10 mm de grosor, de la que penden 4.000 anzuelos “torcidos” de tamaño nº 9 además de emplear brazolada trenzada y bacaladilla como cebo. Sin embargo, esta actividad dejó de practicarse a partir de 2006 debido al drástico recorte en el TAC de tiburones de aguas profundas. Las entrevistas realizadas al patrón de pesca del barco del Grupo 2 de zona VII (brótolas) reconoció

utilizar un aparejo tipo 2 en zonas de talud de la zona ICES VIIj, principalmente en los meses de primavera y verano. Para realizar esta actividad debe solicitar el pertinente permiso de pesca que les autoriza a explotar especies de aguas profundas en zona VII. Esta actividad es alternada con la captura de congrio, generalmente en los meses de otoño e invierno, utilizando el mismo tipo de aparejo.

En zona VIII, los cuatro barcos relacionados con la explotación de la merluza reconocieron dedicarse al consumo del TAC de esta especie que la Administración española reserva para esta flota. Esta actividad suele concentrarse en el segundo semestre del año, estando el primero dedicado a la pesca con enmalle. De los barcos relacionados con la actividad del Grupo 2 de zona VIII (mixto), se seleccionó uno para el proceso de entrevistas. De esta conversación se desprende que se trata de una estrategia de pesca que va en aumento desde la desaparición de la pesquería de tiburones de aguas profundas. De este modo, algunos de estos barcos han desviado su esfuerzo hacia la explotación de otras especies de aguas profundas con mayores posibilidades de captura: alfonsinos, cherna, gallinetas, marucas, brótolas, etc. Ningún patrón de los entrevistados ha indicado la existencia de una actividad pesquera dirigida específicamente a la explotación de las marucas.

4.3.6. Identificación de grupos homogéneos en la actividad de la flota española de enmalle de fondo menor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS60)

Análisis multivariante

La Tabla 4.3.6.a muestra los resultados de los diferentes escenarios de muestreo de los análisis CLARA realizados sobre los desembarcos de GNS60. Todos los escenarios proporcionan coeficientes SC significativos, formando entre tres y cuatro grupos. La segmentación $k=4$ permite identificar un mayor número de perfiles de desembarco en los que destacan diferentes especies (Figura 4.3.6.a): 1) brótolas (FOX), 2) merluza (HKE), 3) mixto merluza-marucas (HKE/LNZ) y 4) alfonsinos (ALF). Los análisis MRT sobre la misma matriz de datos proporciona seis conglomerados, aunque con una resolución muy baja que tan solo explica el 10% de la varianza (Figura 4.3.6.b). Todos los conglomerados formados presentan un perfil de desembarco con mayoría de merluza, salvo el Conglomerado 4 en que los desembarcos de ésta son superados por los de alfonsinos.

Exploración

De ambas metodologías, se han utilizado los grupos resultantes del análisis CLARA para el proceso de exploración, debido a su mayor nivel de significación. Del total de 21 barcos que han desarrollado actividad GNS60 en algún momento a lo largo del trienio de estudio (2004-2006), solamente se ha encontrado una dedicación mayor al 50% en los Grupos 2 y 3, dirigidos a merluza y marucas-merluza, respectivamente. Sin embargo, los primeros presentan una tasa de esfuerzo elevada, mientras que los segundos muestran una tasa de 0,3. Un tercio del total de barcos que faenaron como GNS60 durante el trienio alternaron esta actividad con la de palangre (LLS60), empleando enmalle durante el primer semestre y palangre durante el segundo.

Tabla 4.3.6.a. Resultados de los análisis CLARA para diferentes escenarios de muestreo de los desembarcos diarios (kg) de GNS60 (solo opera en zona VIII). *N*: número total de registros, *t*: tamaño de la muestra; *n*: número de muestras; *k*: número de grupos; SC: coeficiente de *silhouette*.

Enmalle de fondo menor de 100 TRB de aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS60) (n= 8108)			
<i>t</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	SC
100	10	3	0,61
300	10	4	0,57
500	10	4	0,57
100	25	3	0,60
300	25	3	0,55
500	25	4	0,57

Figura 4.3.6.a. Diagrama de cajas con la proporción de especies de los cuatro grupos obtenidos en el análisis CLARA de los desembarcos de GNS60, indicando el coeficiente de *silhouette* interno (s) y el número de casos (n). Caja: rango intercuartílico; raya: mediana; extremos: valores dentro de 1,5 veces el rango intercuartílico. Acrónimos FAO de especies: ALF: alfonosinos, COE: congrio, DEX: dentones, BSS: lubina; BRF: gallineta, LEZ: gallos, SQZ: calamares, MNZ: rapas, HKE: merluza, LNZ: marucas, MUX: salmonetes, OMZ: potas, SBR: besugo, RPG: pargo, FOX: brótolas, POL: abadejo, WRF: cherna, RAJ: rayas; SCO: rascacios, SBG: dorada, GUX: rubios, BIB: faneca y JOD: pez de san Pedro.

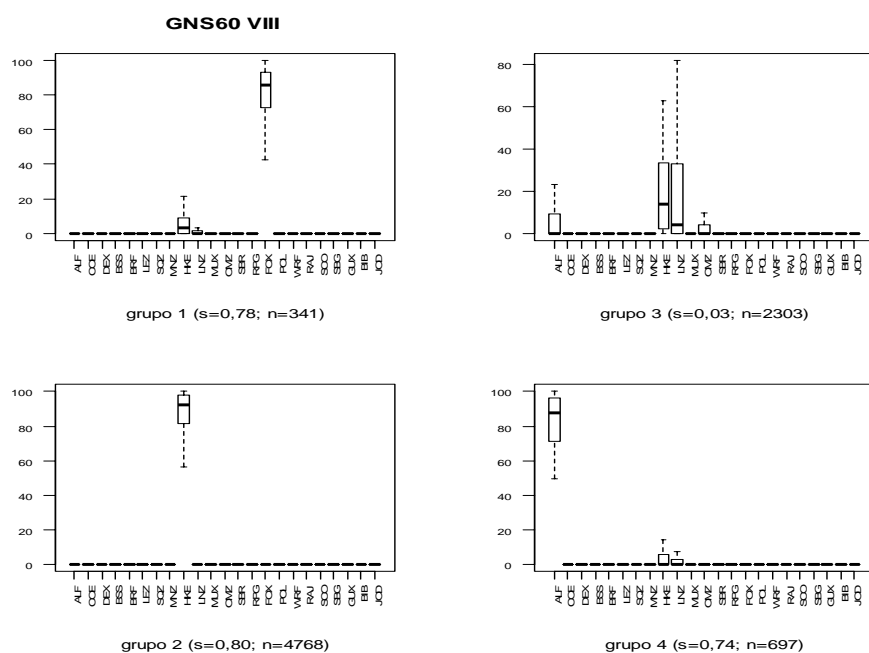


Figura 4.3.6.b. Árbol con los seis conglomerados resultantes del análisis MRT de los desembarcos diarios (kg) de GNS60 en zona VIII, indicando el error relativo (*Error*) y el error de validación cruzada (*CV Error*).

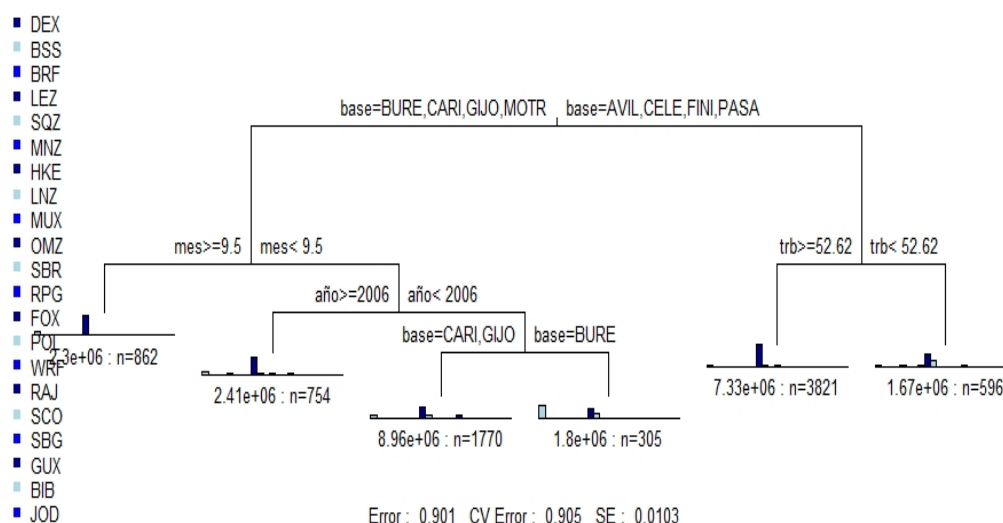


Tabla 4.3.6.b. Identificación de barcos especializados (>50% de esfuerzo) en los grupos obtenidos en los respectivos análisis multivariantes de la actividad pesquera en desembarcos (kg) de GNS60. La tasa de esfuerzo indica el ratio entre el esfuerzo ejercido por los barcos especializados y el total de todo el grupo.

Zona ICES	Método	Grupo	Especies objetivo	Nº barcos	Tasa esfuerzo
VIII	CLARA	Grupo 1	Brótolas (84)	0	---
		Grupo 2	Merluza (92)	14	0,8
		Grupo 3	Marucas (25)/merluza (12)	3	0,3
		Grupo 4	Alfonsinos (88)	0	---

Entrevistas

La información obtenida mediante entrevistas a dos patrones de pesca, uno por cada grupo con barcos especializados, no indica la existencia de diferentes tipos de enmalle, pues solamente identificaron una única pesquería dirigida a merluza. No obstante, sí resultó confirmada la polivalencia entre las Unidades de Gestión GNS60 y LLS60, alternando en muchos casos ambas actividades a lo largo del año.

4.4. DISCUSIÓN: determinación y caracterización de *métiers*

El protocolo de identificación de *métiers* propuesto aquí sigue tres pasos: a) identificación de grupos homogéneos de actividad pesquera mediante métodos de análisis multivariante sobre desembarcos, b) exploración de los grupos obtenidos e identificación de barcos con dedicación especializada en cada uno de ellos y c) entrevistas a patrones de pesca seleccionados bajo criterios de representatividad dentro de estos listados de barcos de dedicación especializada. No obstante, la decisión final en la identificación de *métiers* no termina aquí, sino que requiere del análisis conjunto de los resultados de estos tres pasos para identificar grupos homogéneos y representativos, al tiempo que también se han de considerar aspectos prácticos en la determinación de un número final de *métiers* óptimo y razonable.

Con respecto al primer paso, tanto el método de partición CLARA como el jerárquico MRT resultan herramientas apropiadas para encontrar grupos de actividad pesquera homogéneos a partir de grandes bases de datos de desembarcos provenientes de los diarios de pesca. El protocolo de muestreo propuesto aquí para uso del método CLARA, testando diferentes escenarios de tamaño muestral, permite valorar la consistencia de los resultados, pero también acotar los escenarios a emplear en el caso de querer automatizar este proceso de identificación y segmentación de forma rutinaria en el futuro. Otra ventaja de ambas técnicas consiste en la provisión de coeficientes de calidad del análisis, coeficientes de *silhouette* (*s* y *SC*) en CLARA y error de validación cruzada (*CV Error*) en MRT, ya que facilitan la evaluación de los resultados evitando el cálculo ulterior de diferentes parámetros estadísticos. Además, la utilización de un mismo coeficiente puede resultar de una gran ayuda en futuros procesos de automatización, cuando una misma UG haya de ser analizada año a año para determinar su evolución en el tiempo. Esto contrasta con las técnicas tradicionales, que requieren de la inspección visual de complicados dendogramas y diferentes estadísticos, conduciendo a un proceso que a menudo no resulta ni objetivo ni especialmente práctico (Biseau, 1998).

Una vez que un grupo o conglomerado ha sido identificado, la exploración de su distribución geográfica y mensual puede ayudar a identificar posibles patrones espaciotemporales. Obviamente, luego queda determinar si éstos son consecuencia del ciclo biológico de las especies, del efecto de determinadas medidas de gestión o de las fluctuaciones del mercado. En este mismo paso, la identificación (confidencial) de los barcos relacionados con cada grupo de actividad pesquera identificado proporciona un listado de barcos/patrones con el que optimizar el paso 3 del protocolo de identificación de *métiers* en el que se desarrolla la fase de entrevistas. Esto no es en absoluto banal, pues la identificación de “casos” representativos reduce considerablemente la población de muestreo, abaratando y simplificando enormemente los programas tradicionales de información mediante encuestas, generalmente caros y engorrosos.

Finalmente, las entrevistas con los patrones seleccionados proporcionan información sobre la intencionalidad de la actividad pesquera, ya que ésta no siempre puede ser inferida por los resultados proporcionados por las técnicas multivariantes. La importancia de cotejar los resultados analíticos con la perspectiva de los patrones llega hasta el punto de facilitar la distinción entre grupos homogéneos de actividad pesquera “reales”, que deben ser considerados como *métiers*, y posibles grupos “artificiales”, que no deben ser considerados como tal. Una característica de los métodos de *cluster* como el algoritmo CLARA es que, al basarse exclusivamente en la búsqueda de diferentes perfiles del conjunto de variables analizadas, se puede producir una segmentación entre mareas “exitosas”, con elevado porcentaje de la especie objetivo, y “mediocres”, en que la especie objetivo aparece en proporciones más modestas, elevando la varianza del grupo (Duarte, 2009). Esto puede producirse por diversas razones ajenas a la intencionalidad de la estrategia de pesca, como por ejemplo las condiciones climatológicas o la propia pericia del patrón. Por otra parte, los métodos jerárquicos como el método MRT son muy dependientes de la capacidad discriminadora de las variables explicativas empleadas. En el caso de los análisis aquí presentados, el conjunto de variables disponibles no incluyó el total de las que pueden llegar a ser registradas en los diarios de pesca. Lamentablemente, algunas variables de gran importancia biológica, como la profundidad de la operación de pesca, o técnicas, como el tamaño de malla empleada en el arte de pesca, no han sido facilitadas en el conjunto de diarios de pesca al que se ha tenido acceso.

Como se ha dicho en la Introducción (Sección 4.1), Marchal (2008) diferencia tres tipos de procedimientos de identificación de pesquerías y *métiers*: directos (registros o entrevistas), indirectos (inferencia mediante métodos multivariantes) y mixtos. El procedimiento propuesto aquí podría encuadrarse en el tercer tipo y reduce el número de entrevistas necesarias. La información así recogida es esencial para determinar la intencionalidad que subyace tras las actividades pesqueras, pudiendo incluso diferenciar las “elecciones” diarias, antes de largar el arte, y anuales, cuando se decide la adquisición de un determinado tipo de arte (Tzanatos *et al.*, 2006). El primer tipo de elección puede ser considerada una “táctica pesquera”, mientras que la segunda definiría una “estrategia pesquera”. Obviamente, uno de los problemas del uso de los diarios de pesca a la hora de identificar grupos homogéneos de actividad pesquera es que solo proporciona estimaciones de los desembarcos, ignorando tanto las inquietudes económicas de la flota como la fracción descartada de la captura, pudiendo provocar estimaciones sesgadas (Marchal, 2008). Naturalmente, este problema ha sido solventado aquí de diferentes modos según la naturaleza de la flota y la información disponible. Por una parte, el análisis de la flota de arrastre con puertas ha sido mejorado con estimaciones económicas de su captura. Por otro, el palangre de fondo, la otra flota de naturaleza mixta y compleja, es sabido produce tasas de descarte irrelevantes (Pérez *et al.*, 1996), de modo que los desembarcos recogidos en los diarios de pesca pueden resultar una buena aproximación de su efecto sobre el ecosistema.

Caracterización de métiers de OTB50

Los resultados obtenidos mediante ambos métodos multivariantes, CLARA y MRT, muestran una gran correspondencia con la perspectiva de los patrones de pesca. En un gradiente decreciente en volumen de desembarcos y nivel de esfuerzo ejercido, nos encontramos con tres pesquerías principales desarrolladas en la zona ICES VII. Por una parte, encontramos una pesquería dirigida a peces planos, fundamentalmente gallos y mendo, desarrollada por barcos de puertos del sur de Galicia, principalmente Vigo y Marín. En ocasiones, algunos de estos barcos complementan sus cuotas asignadas en la zona VII accediendo a aguas de la división VIb. Por otra parte, se encuentra la actividad desarrollada por los barcos del norte de Galicia, principalmente A Coruña y Celeiro, dirigida a merluza y cigala en zona VII, aunque ocasionalmente pueden ampliar sus posibilidades de cuota de merluza accediendo a zona VIII. Los perfiles de ambas actividades concuerdan con el desembarco inferido a partir de muestreos con observadores a bordo (Pérez *et al.*, 2003). No obstante, aunque no siempre ha sido considerada como una pesquería independiente, se sabe de la existencia de un subgrupo dentro de los buques de A Coruña especializados en la explotación de cigala del banco de Porcupine (González-Herráiz *et al.*, 2009). Por su parte, la actividad identificada en zona VIa, aunque también dirigida a merluza como la desarrollada en zona VII, debe ser considerada independientemente pues, además de ser una actividad ejercida por un grupo diferentes de barcos, presenta un perfil de desembarco distinto, en que la merluza aparece acompañada de peces de aguas profundas, en concordancia al conocimiento de dicha pesquería (Lucio *et al.*, 2001). Estos barcos faenan prácticamente todo el año en esta zona, muy alejada de su puerto base, de modo que por operatividad descargan más del 90% de su captura retenida en el puerto escocés de Lochinver.

En zona VIII podemos distinguir dos pesquerías principales, una altamente mixta dirigida tanto a peces demersales como pelágicos y otra dirigida a especies demersales de tradicional interés comercial para la flota española, principalmente rapes. El primero es desarrollado por barcos vascos del puerto de Ondarroa y sostienen el aporte económico de su actividad sobre especies de consumo local que son descargadas en su puerto de origen. Algunos de estos barcos acceden ocasionalmente a zona VII, donde desarrollan una actividad que, dada su escasa diferenciación, podría ser incluida en la actividad dirigida a merluza. Esta actividad concuerda con el conocimiento de la pesquería (Lucio *et al.*, 2001), aunque en trabajos de enfoque más local ha llegado a ser subdividida en diferentes componentes, separando el esfuerzo dirigido a pequeños peces pelágicos del dirigido a cefalópodos (Iriondo *et al.*, 2008). Sin embargo, el escaso volumen y baja significación estadística obtenidos al abordar enfoques más globales, como el desarrollado aquí, no aconsejan su subdivisión en diferentes componentes. Claramente diferente, sin embargo, debe considerarse la actividad pesquera dirigida a rapes y otras especies demersales desarrollada

principalmente por barcos de Santander y Burela en zona VIII. Por tanto, estas actividades pesqueras pueden ser caracterizadas en los siguientes seis *métiers*:

- **OTB51:** actividad de OTB50 desarrollada en áreas de plataforma dirigida a peces planos, principalmente gallos. Durante el trienio de estudio (2004-2006) desarrolló el 98% de su actividad en zona VII, accediendo ocasionalmente a áreas de la división VIb.
- **OTB52:** actividad de OTB50 desarrollada en áreas de talud dirigida principalmente a merluza. Durante el trienio de estudio (2004-2006) desarrolló el 98% de su actividad en zona VII, accediendo ocasionalmente a áreas de zona VIII.
- **OTB53:** actividad de OTB50 desarrollada en áreas de talud de la cara este del banco de Porcupine (divisiones VIIck) dirigida principalmente a cigala.
- **OTB54:** actividad de OTB50 desarrollada en áreas de talud de la división VIa dirigida a merluza, acompañada de especies de profundidad.
- **OTB55:** actividad de OTB50 desarrollada en áreas someras de las divisiones VIIIab que explotan una gran variedad de especies, desde peces pelágicos y demersales a cefalópodos.
- **OTB56:** actividad de OTB50 desarrollada en áreas más profundas de divisiones VIIIab dirigidas a especies demersales, principalmente rapés.

La Tabla 4.4.a muestra los perfiles de desembarco en peso (kg) para cada uno de estos *métiers*, así como la distribución del esfuerzo (% días de pesca) entre ellos. Los perfiles de desembarco en peso, aunque suavizan las diferencias observadas en los perfiles económicos, siguen mostrando las diferencias que caracterizan cada *métier*. En este sentido, las composiciones específicas resultantes corroboran el conocimiento existente de estas pesquerías, salvo en el caso de OTB51, cuya declaración de captura de rapés resulta inferior a la estimada a través de programas científicos de muestreo (IBDES, 2008). Con respecto al esfuerzo, OTB51 aparece como responsable de más de la mitad del esfuerzo ejercido por toda la Unidad de Gestión OTB50, seguido de OTB52 y, ya de lejos, del resto de *métiers*.

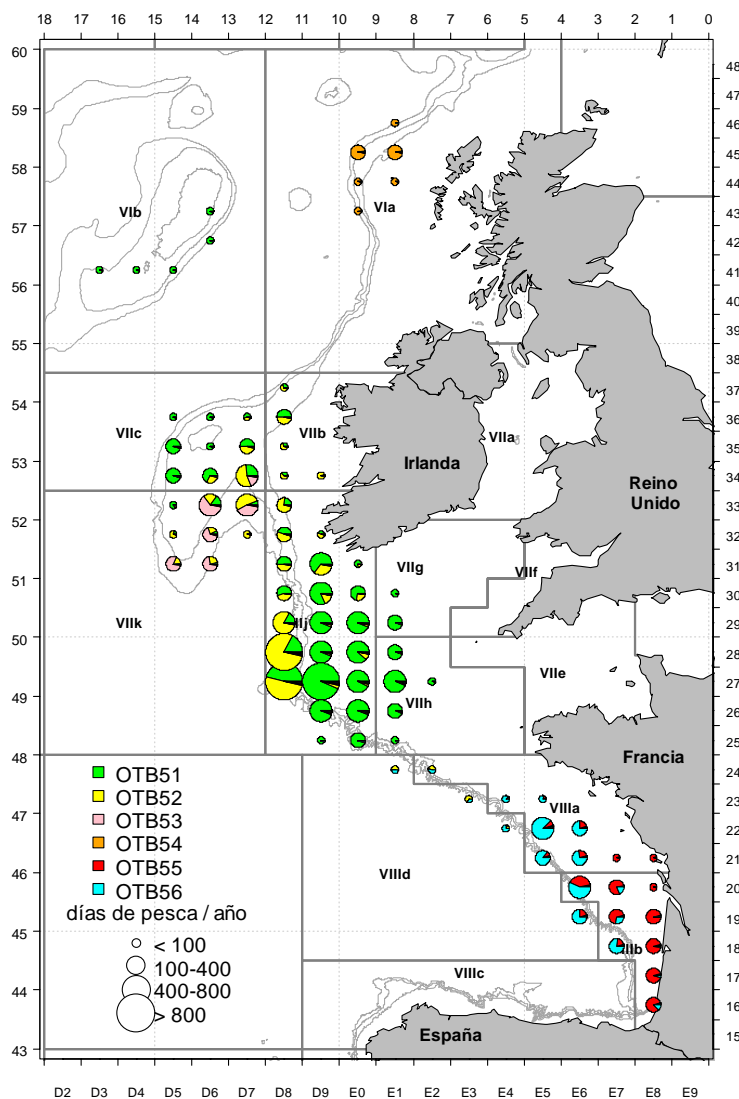
Desde el punto de vista taxonómico, la identificación de los desembarcos de algunas especies agregadas a nivel de Género resulta problemática, como ocurre con rapés y gallos. En este sentido, la información proporcionada por programas científicos de muestreo arroja algo de luz sobre determinados *métiers* de OTB50 (IBDES, 2008). De las dos especies del Género *Lepidorhombus* presentes en la zona, gallo del norte (*L. whiffiagonis*, Walbaum 1792) y gallo (*L. boscii*, Risso 1810), el ratio presente en las mareas del mismo período de estudio (2004-2006) correspondientes al *métier* OTB51 fue 6,1, pero de solo 1,3 en los *métiers* OTB52 y OTB53. Con respecto a los rapés, las dos especies presentes en aguas europeas atlánticas, rape blanco (*L. piscatorius*, Linnaeus 1758) y rape negro (*Lophius budegassa*, Spinola 1807), presentan una proporción de 5,7 en OTB52 y OTB53, pero de solo 1,3 en OTB51. Por su parte, los *métiers* OTB55 y OTB56

presentan un ratio rape blanco/rape negro de 2,2 y 1,4, respectivamente (ICES, 2007a; datos IEO).

Estos ratios podrían tener relación con la distribución batimétrica de las especies, ya que algunos *métiers* faenan a profundidades diferentes tal como parece indicar la distribución geográfica de sus respectivos esfuerzos de pesca (Figura 4.4.a). El *métier* OTB51 dirigido a peces planos se desarrolla en zonas someras de los bancos de Gran Sol y Porcupine, mientras que los *métiers* OTB52 y OTB53 distribuyen su actividad a lo largo del talud que rodea la cuenca de Porcupine. Por su parte, el *métier* OTB54 se desarrolla en una zona aislada del talud al oeste de las islas Hébridas. Ya en zona VIII, el *métier* OTB55 se distribuye fundamentalmente por zonas someras de la división VIIIb, mientras que OTB56 lo hace tanto por la plataforma como el talud francés.

Tabla 4.4.a. Perfil de desembarco en peso (% kg) y distribución de esfuerzo (% días de pesca) de los *métiers* de la flota española de arrastre de fondo con puertas de aguas europeas atlánticas no ibéricas (OTB50): OTB51 (dirigido a peces planos), OTB52 (dirigido a merluza), OTB53 (dirigido a cigala), OTB53 (dirigido a merluza y peces de profundidad), OTB54 (dirigido a cefalópodos y peces demersales y pelágicos) y OTB55 (dirigido a rapes). Fuente: diarios de pesca oficiales del trienio 2004-2006.

Especies	OTB51	OTB52	OTB53	OTB54	OTB55	OTB56
Atherinidae	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0
<i>Conger conger</i>	4,2	1,3	2,0	2,3	1,1	1,5
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	12,2	6,5	11,4	2,1	0,0	0,1
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	0,9	1,1	2,2	0,0	0,0	0,3
<i>Lepidorhombus</i> spp	31,1	13,7	5,3	6,2	2,8	13,7
Loliginidae	1,8	2,3	0,9	0,5	3,9	3,1
<i>Lophius</i> spp	5,1	15,6	7,1	11,0	5,8	31,0
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	0,3	0,7	0,0	5,3	0,0	0,0
<i>Merluccius merluccius</i>	2,5	30,4	10,5	32,7	4,6	8,3
<i>Micromesistius poutassou</i>	2,2	4,9	10,6	0,0	0,1	0,3
<i>Molva</i> spp	0,8	1,2	1,2	17,3	0,0	0,8
<i>Mullus</i> spp	0,1	0,0	0,0	0,0	11,8	4,6
<i>Nephrops norvegicus</i>	0,8	3,6	26,4	0,4	0,0	0,2
Octopodidae	6,3	0,9	0,4	0,0	3,6	0,8
Ommastrephidae	9,2	5,1	7,9	0,0	0,4	4,8
<i>Phycis</i> spp	0,9	5,9	10,3	4,7	0,1	1,9
Rajidae	13,6	0,9	1,7	4,5	4,1	8,4
<i>Scomber scombrus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	2,5
<i>Scyliorhinus canicula</i>	0,3	0,7	0,3	0,0	4,6	1,9
<i>Sepia officinalis</i>	0,2	0,0	0,0	0,0	5,6	1,4
<i>Trachurus</i> spp	0,1	1,1	0,2	0,0	8,5	0,2
Triglidae	0,4	0,0	0,0	0,0	2,7	0,7
<i>Trisopterus</i> spp	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	3,9
<i>Zeus faber</i>	5,3	0,4	0,1	0,0	0,6	2,2
OTROS	2,0	3,4	1,3	12,9	9,3	7,5
ESFUERZO (%)	51,6	21,9	7,1	1,7	8,4	9,3



Caracterización de métiers de PTB50

La comparación de los resultados de los análisis multivariantes con las entrevistas realizadas a los patrones no revela la existencia de diferentes tipos de actividad pesquera dentro de esta Unidad de Gestión, de modo que en posteriores análisis ésta se considerará como una única actividad pesquera homogénea dirigida a merluza: **PTB51.**

Caracterización de métiers de LLS50

Teniendo en cuenta los resultados de la exploración de los grupos/conglomerados y la información procedente de las entrevistas a los patrones de pesca, la actividad pesquera de los grupos obtenidos en los análisis de LLS50 con predominio de merluza y marucas deben ser consideradas parte de un mismo *métier*. Principalmente, las entrevistas no revelan la existencia de ninguna actividad de palangre de fondo dirigida monoespecíficamente a marucas. Además, las diferencias detectadas en el ratio merluza/marucas en las capturas de diferentes zonas ICES, con un gradiente creciente norte-sur, podría ser debido a la propia distribución geográfico-batimétrica de las marucas, más septentrional y profunda que la de merluza (Cohen *et al.*, 1990). Parece así bastante probable que la explotación de las marucas por parte de LLS50 se desarrolle en la zona de intersección de su distribución batimétrica con la de merluza, sin que exista una búsqueda deliberada de mayores concentraciones de marucas.

Sin embargo, los grupos y conglomerados relacionados con la pesca del congrio que fueron identificados en la actividad pesquera de LLS50 en zonas VII y VIII, a pesar de su bajo nivel de esfuerzo, corresponden con una estrategia pesquera desarrollada por un número determinado de barcos dedicados a esta actividad de forma estable a lo largo del trienio. Por otro lado, aunque sin haberse detectado buques especializados, algo similar parece ocurrir con la explotación de las brótolas que, por lo que la propia flota reconoce, aunque escasa, su actividad se ajusta a una estrategia pesquera determinada. Por el contrario, el grupo en el que aparece un porcentaje inusualmente elevado de palometa no debe ser considerado un verdadero *métier*, aunque su seguimiento en futuros análisis puede resultar de gran importancia a la hora de estimar la frecuencia plurianual de los movimientos migratorios de esta especie. Por tanto, los subgrupos de actividad pesquera de la unidad de gestión LLS50 podrían ser caracterizados mediante los siguientes tres *métiers*:

- **LLS51:** barcos palangreros mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos a la merluza.
- **LLS52:** barcos palangreros mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos al congrio.
- **LLS53:** barcos palangreros mayores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos a brótolas.

La Tabla 4.4.b muestra la composición específica de los desembarcos por *métier* LLS50. Aquí observamos que, tal como había sido tradicionalmente reconocido, la pesquería de merluza es la actividad palangrera más importante en términos de desembarcos y esfuerzo ejercido. Sin embargo, especies tradicionalmente consideradas como *by-catch* o acompañantes en la pesquería de merluza (Piñeiro *et al.*, 2001), como es el caso de congrio y brótola, resultan ahora más claramente identificadas como especies objetivo de pesquerías dirigidas.

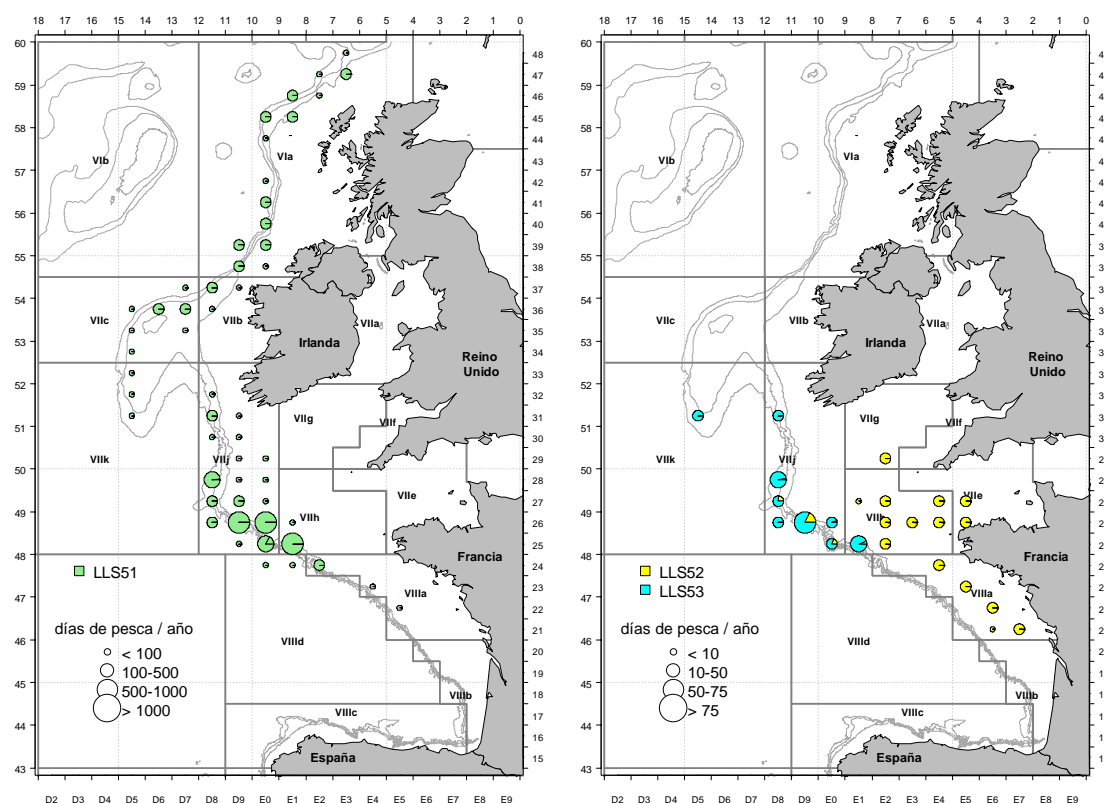
Tabla 4.4.b. Perfil de desembarco en peso (% kg) y distribución de esfuerzo (% días de pesca) de los *métiers* de la flota de palangre de fondo mayor de 100 TRB que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS50): LLS51 (dirigido a merluza), LLS52 (dirigido a congrio) y LLS53 (dirigido a brótolas). Fuente: diarios de pesca oficiales del trienio 2004-2006.

Especies	LLS51	LLS52	LLS53
<i>Argentina spp</i>	0,2	0,0	0,0
<i>Beryx spp</i>	1,8	0,1	2,4
<i>Brama brama</i>	4,1	0,0	0,5
<i>Brosme brosme</i>	0,2	0,0	0,0
<i>Centroscymnus coelolepis</i>	0,2	0,0	0,0
Conger conger	3,5	57,8	2,0
<i>Deania calcea</i>	0,1	0,0	0,0
<i>Galeorhinus galeus</i>	0,2	1,7	0,0
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	3,5	0,4	3,7
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	0,0	3,9	0,0
<i>Merlangius merlangus</i>	0,1	0,1	0,0
Merluccius merluccius	67,4	0,2	9,4
<i>Molva spp</i>	13,4	18,0	1,6
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0,3	0,0	0,0
Phycis spp	2,6	8,7	79,1
<i>Pollachius pollachius</i>	0,2	1,8	0,0
<i>Polyprion americanus</i>	0,7	0,0	0,1
Rajidae	0,3	3,2	0,1
<i>Scyliorhinus canicula</i>	0,2	0,0	0,0
<i>Sebastes spp</i>	0,5	0,0	0,5
<i>Squalus acanthias</i>	0,1	1,6	0,0
Trichiuridae	0,1	0,9	0,0
<i>Zeus faber</i>	0,2	0,0	0,0
ESFUERZO (%)	94,1	2,9	3,1

Lamentablemente, hay algunas especies representativas en la captura de los *métiers* de LLS50 cuya discriminación taxonómica no resulta apropiadamente detallada. El Género *Molva*, por ejemplo, presenta tres especies en aguas atlánticas europeas (Queró *et al.*, 2003): maruca (*Molva molva*, Linnaeus 1758), palo o arbitán (*M. dypterygia*, Pennant 1784) y maruca azul (*M. macrophthalmia*, Rafinesque 1810). A pesar de los escasos estudios científicos realizados sobre la pesquería de palangre, el diferente interés comercial que suscitan podría permitir inferir su composición específica respecto al género *Molva*. Por una parte, los puertos gallegos de Burela y Celeiro, los cuales acogen más del 52% de los desembarcos de marucas realizados por la flota española de palangre, presentan un pronunciado predominio de la especie *M. molva* (>98%) (datos IEO). Al mismo tiempo, los desembarcos realizados por la flota palangrera del País Vasco también muestran a esta especie como mayoritaria en sus desembarcos (Lucio *et al.*, 2001). Con respecto a las restantes especies del Género, la información recogida por la campaña científica de pesca de arrastre desarrollada por el IEO en el banco de Porcupine indica que en esta zona la biomasa de maruca azul es claramente superior a la de palo (Velasco *et al.*, 2009).

En el caso de las brótolas, aunque sus capturas también son recogidas a nivel de Género en los diarios de pesca, la concentración en zona de talud del esfuerzo del *métier* LLS53 (Figura 4.4.b) hace razonable pensar que sus capturas corresponden mayoritariamente a la brótola de fango (*Phycis blennoides*, Brünnich, 1768) en lugar de brótola de roca (*Phycis phycis*, Linnaeus 1766), pues concuerda con el rango batimétrico de esta especie (Cohen *et al.*, 1990) y las observaciones hechas sobre esta flota en los años 90 (Piñeiro *et al.*, 2001). Muy diferente resulta la distribución geográfico-batimétrica del esfuerzo del *métier* LLS52, cuya actividad pesquera se concentra en zonas someras de la plataforma francesa: banco *Little Sole* (VIIh), oeste del canal de la Mancha (VIIe) y sur de Bretaña (VIIIa). Por su parte, y con un nivel de esfuerzo desproporcionadamente mayor, la actividad pesquera del *métier* LLS51 se extiende a lo largo de todo el talud de la plataforma oeste europea, desde el norte de la zona VI hasta el sur de la zona VII.

Figura 4.4.b. Mapas con la distribución geográfica del esfuerzo (días de pesca anuales) de los *métiers* de la flota de palangre de fondo mayor de 100 TRB que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS50): LLS51 (dirigido a merluza), LLS52 (dirigido a congrio) y LLS53 (dirigido a brótola de fango). Fuente: diarios de pesca oficiales del trienio 2004-2006.



Caracterización de métiers de GNS50

La búsqueda de flota especializada solo indica la existencia de barcos GNS50 relacionados con la pesca de merluza. Este resultado, corroborado por las entrevistas a los patrones de pesca, aconseja no desagregar la actividad pesquera de esta Unidad de Gestión y considerarlo un único *métier*: **GNS51**.

Caracterización de métiers de LLS60

Al igual que en LLS50, el pequeño grupo de días de pesca con predominio de marucas encontrado en la actividad del palangre de fondo menor de 100 TRB (LLS60) en zona VIII debe ser considerado parte del *métier* dirigido a merluza. En este caso, además de no existir evidencias de especialización técnica, la distribución geográfica de las capturas de maruca hace todavía más improbable el desarrollo de una actividad pesquera dirigida de forma específica a esta especie en zona VIII (ICES, 2007b). Por su parte, ya que el buque especializado en la pesca de brótolas en zona VII alterna esta actividad con la del congrio en zona VIII, parece adecuado identificar ambas actividades como *métiers*: dirigido a congrio y dirigido a brótolas. En este caso no solo se encuentran barcos con alto grado de dedicación y que utilizan un aparejo específico para desarrollar sus respectivas actividades, sino que la existencia de una pesquería dirigida a la brótola de fango en zona VII concuerda con la ordenación de esta flota por parte de la Administración española. Como ya ha sido mencionado anteriormente, la actividad de la flota palangrera menor de 100 TRB, originalmente limitada a zona VIII, puede extenderse a zona VII para la pesca de especies de aguas profundas.

No ocurre lo mismo con las actividades relacionadas con la explotación de quelvachos y otros tiburones de aguas profundas obtenidos en los análisis de LLS60 de zonas VII y VIII. Aunque su perfil de captura específico los hace candidatos idóneos para ser caracterizados como *métiers*, la desaparición de esta actividad aconseja eliminarlo de una caracterización actualizada de la actividad pesquera de LLS60. La pesca de tiburones de aguas profundas propició el desarrollo de un mercado particular en el que se aprovecha la carne para consumo humano y el hígado para la industria alimentaria y farmacéutica. Sin embargo, actualmente ésta es una actividad de pesca en desuso para la flota española de aguas atlánticas europeas no ibéricas, después de su desaparición en 2006 como consecuencia del drástico recorte del TAC plurianual de sus especies objetivo, y del que no se prevén aumentos a medio plazo. Sin embargo, el grupo mixto obtenido en LLS60 de zona VIII, a pesar del carácter indefinido de su perfil de desembarco, sí puede considerarse un *métier*. Por una parte, son varios los barcos identificados con elevado grado de dedicación; por otro, su aumento a lo largo del período de estudio (del 16,8% del esfuerzo total de LLS60 en 2004 al 39,1% en 2006), parejo al descenso de la pesquería dirigida a quelvachos (del 10,1% en 2004 a 5,1% en 2005), lo posiciona como *métier* alternativo a otras pesquerías más específicas y susceptibles de recortes de cuota. Por tanto, los grupos de actividad pesquera de la

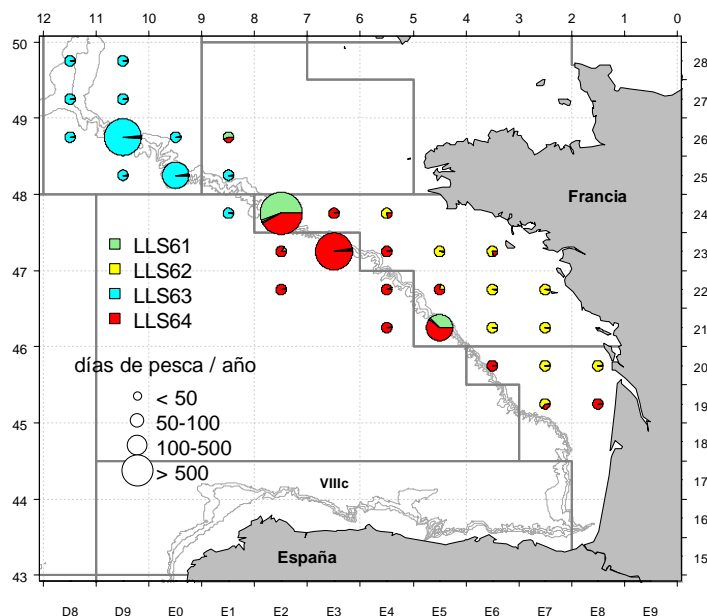
Unidad de Gestión LLS60 podrían ser caracterizados mediante los siguientes cuatro *métiers* (Tabla 4.4.c; Figura 4.4.c):

- **LLS61:** barcos palangreros menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos a merluza.
- **LLS62:** barcos palangreros menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos a congrio.
- **LLS63:** barcos palangreros menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos a brótola de fango.
- **LLS64:** barcos palangreros menores de 100 TRB que faenan en aguas europeas atlánticas no ibéricas dirigidos a mezcla de peces de aguas profundas.

Tabla 4.4.c. Perfil de desembarco en peso (% kg) y distribución de esfuerzo (% días de pesca) de los *métiers* de la flota de palangre de fondo menor de 100 TRB que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS60): LLS61 (dirigido a merluza), LLS62 (dirigido a congrio), LLS63 (dirigidos a brótola de fango) y LLS64 (dirigidos a mezcla de peces de aguas profundas). Fuente: diarios de pesca oficiales del trienio 2004-2006, después de eliminar el esfuerzo de la actividad dirigida a tiburones de aguas profundas ya desaparecida.

Especies	LLS61	LLS62	LLS63	LLS64
<i>Argentina spp</i>	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Beryx spp</i>	0,7	0,1	0,8	15,8
<i>Brama brama</i>	0,0	0,0	0,3	2,0
<i>Centrophorus spp</i>	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Centroscymnus coelolepis</i>	0,0	0,0	0,8	5,4
<i>Conger conger</i>	1,7	73,2	6,5	10,0
<i>Deania calcea</i>	0,0	0,0	0,5	0,8
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0,0	1,4	0,0	0,0
<i>Epigonus telescopus</i>	0,3	0,2	0,0	0,2
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	0,9	0,1	6,5	6,4
<i>Merlangius merlangus</i>	0,0	2,4	0,0	0,3
<i>Merluccius merluccius</i>	88,3	0,8	0,0	5,1
<i>Molva spp</i>	3,4	7,9	0,4	22,4
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0,3	0,0	0,0	0,9
<i>Pagrus pagrus</i>	0,0	1,1	0,0	0,1
<i>Phycis spp</i>	1,6	0,0	74,3	12,9
<i>Pollachius pollachius</i>	0,0	6,8	0,0	0,3
<i>Polyprion americanus</i>	0,8	0,2	0,1	6,3
<i>Sebastes spp</i>	0,6	0,0	0,0	1,3
Trichiuridae	0,0	0,1	6,7	1,7
<i>Trisopterus spp</i>	0,0	3,1	0,0	0,1
ESFUERZO (%)	40,8	8,2	12,4	38,7

Figura 4.4.c. Mapa con la distribución geográfica del esfuerzo (días de pesca anuales) de los *métiers* de la flota de palangre de fondo menor de 100 TRB que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas (LLS60): LLS61 (dirigido a merluza), LLS62 (dirigido a congrio), LLS63 (dirigidos a brótola de fango) y LLS64 (dirigidos a mezcla de peces de aguas profundas). Fuente: diarios de pesca oficiales del trienio 2004-2006, después de eliminar el esfuerzo de la actividad dirigida a tiburones de aguas profundas ya desaparecida.



Caracterización de métiers de GNS60

Al igual que con GNS50, solo se han hallado barcos menores de 100 TRB que faenan con enmalle de fondo en aguas europeas atlánticas no ibéricas (GNS60) especializados en la pesca de merluza. De este modo, la actividad pesquera de esta UG ha de ser considerada lo suficientemente homogénea como para no ser desagregada en diferentes *métiers*: **GNS61**.

4.5. CONCLUSIONES: adaptación de los *métiers* de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas a la estructura jerarquizada de *métiers* DCF

La segmentación en *métiers* propuesta en la Sección 4.4 proporciona una estructura básica y detallada de los diferentes tipos de actividad pesquera de las Unidades de Gestión de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas. A partir de aquí, y dependiendo del enfoque y contexto del tipo de análisis que se pretenda desarrollar, pueden ser varias las combinaciones o niveles de desagregación susceptibles de ser aplicados. En este sentido, y siguiendo el planteamiento básico de esta tesis de intentar proporcionar resultados útiles en el actual contexto de gestión de pesquerías europeas, una de las posibles combinaciones de flotas/*métiers* puede ser la de integrar los resultados obtenidos en la estructura del marco comunitario de recolección de datos pesqueros (DCF). Además de los segmentos de flota según rangos de eslora descritos en la Sección 3, cuyo objetivo fundamental es estructurar la información económica, la denominada matriz DCF también incorpora una estructura de segmentación en *métiers* para la desagregación de datos biológicos. Para la determinación consensuada de estos últimos a nivel europeo, la reglamentación DCF ha previsto la ordenación de una serie de regiones geográficas, en cada una de las cuales se ha constituido un Comité Regional encargado de determinar un listado específico de *métiers* DCF para dicha región (CCE, 2008). Después de una serie de cuatro niveles en los que se jerarquiza la desagregación entre categorías y tipos de arte, se llega a un Nivel 5 que identifica el “conjunto de especies objetivo”, seguido de un Nivel 6 que acota el “tamaño de malla y otros dispositivos selectivos”. El Nivel 5 determina grupos homogéneos de actividad pesquera en función de las características ecológicas de las especies a las que van dirigidos, mientras que el Nivel 6 permite diferenciar actividades pesqueras que, aunque dirigidas al mismo grupo de especies, pueden explotar diferentes estadios de desarrollo o categorías de edad, así como estar sujetos a diferentes regulaciones de gestión.

El Comité Regional del Atlántico norte, el encargado de supervisar la armonización de segmentos de flota y *métiers* de la región geográfica en que faena la flota del caso de estudio, ha establecido su propio listado de *métiers* acorde a las directrices del DCF (CCE, 2010), los cuales denominaremos a partir de aquí como *métier* DCF (conjunto de especies) para poder distinguirlos de los *métiers* (monoespecíficos) obtenidos en la anterior Sección 4.4. El *métier* DCF definido como “arrastre con puertas dirigido a peces demersales” y cuyo acrónimo corresponde con las siglas “OTB_DEF³” permite la integración de los *métiers* OTB51, OTB52 y OTB56 identificados en la Sección 4.4. No obstante, el primero presenta dos tipos de malla según la zona de pesca, ya que se le

³ “Demersal fish”

exige el empleo de malla de 100 mm dentro del coto de protección de juveniles de merluza establecido en el litoral irlandés (CCE, 2001), pero se le permite usar 80 mm fuera de esta zona siempre que su perfil de captura presente menos del 20% de merluza. Por los mismos motivos, el *métier* dirigido a merluza (OTB52) siempre emplea una malla superior a 100 mm, independientemente de donde faene. Finalmente, OTB56, aunque desarrolla su actividad en la plataforma francesa donde existe otro coto de merluza sujeto a medidas técnicas similares a las establecidas en aguas irlandesas, al dirigirse a otras especies objetivo y contar con dispositivos selectivos de escape en sus redes se les permite usar una malla mínima de 70 mm (CCE, 2006). De este modo, obtenemos los siguientes tres *métiers* DCF de arrastre con puertas dirigido a peces demersales: **OTB_DEF_70** (correspondiente íntegramente a OTB56); **OTB_DEF_80** (correspondiente a la actividad de OTB51 realizada fuera del coto irlandés de merluza) y **OTB_DEF_100** (que corresponde con el total de la actividad de OTB52 y la actividad de OTB51 realizada dentro del coto irlandés de merluza).

El *métier* DCF de “arrastre con puertas dirigido a crustáceos” (OTB_CRU) define apropiadamente la actividad pesquera dirigida a cigala de OTB53. Los barcos que desarrollan esta actividad pueden emplear una malla mínima de 80 mm ya que presentan menos de un 20% de merluza en sus desembarcos y faenan fuera de los límites del coto irlandés de merluza: **OTB_CRU_80**. Para el caso en que el grupo de especies objetivo presenta “mezcla de peces demersales y de aguas profundas”, el reglamento DCF determina el *métier* “OTB_MDD⁴”. Este perfil define de forma apropiada el desembarco de OTB54 dirigido a merluza y marucas en zona VI empleando malla mínima de 100 mm: **OTB_MDD_100**. Finalmente, el perfil de OTB55 corresponde con el *métier* DCF dirigido a “mezcla de peces demersales y pelágicos” (OTB_MPD⁵): **OTB_MPD_70**. El arrastre en pareja, por su parte, debe emplear malla mínima de 100 mm al presentar una actividad dirigida a la pesca de merluza: **PTB_DEF_100**.

Dentro de la actividad pesquera del palangre de fondo, la estructura DCF diferencia dos grupos de especies objetivo: “peces demersales” (**LLS_DEF**) y “peces de aguas profundas” (**LLS_DWS**⁶). Al primero se ajustan los *métiers* monoespecíficos identificados en la Sección 4 dirigidos a merluza (LLS51 y LLS61) y congrio (LLS52 y LLS62). En el segundo se pueden integrar la pesquería de palangre de fondo dirigida a brótola de fango desarrollada tanto por buques mayores (LLS53) como menores (LLS63) de 100 TRB, así como la pesquería de mezcla de diversas especies de aguas profundas (LLS64). Por su parte, el enmalle de fondo dirigido a merluza encaja con el *métier* DCF definido como “enmalle dirigido a peces demersales” (**GNS_DEF**), aunque presenta diferencias en cuanto al tamaño de malla empleado. La reglamentación comunitaria exige el uso de malla superior a 120 mm al enmalle que faena dentro del coto de merluza de aguas irlandesas, permitiendo el empleo de malla de 100 mm en

⁴ “Mixed demersal and deep-water fish”

⁵ “Mixed pelagic and demersal fish”

⁶ “Deep-water species”

otras áreas (CCE, 2001). Estas medidas técnicas afectan fundamentalmente a la actividad pesquera desarrollada por GNS50 en zona VII, debiendo cambiar de tamaño de malla según faene dentro (**GNS_DEF_120**) o fuera (**GNS_DEF_100**) del coto irlandés de protección de juveniles de merluza. En este último debe incluirse también la actividad desarrollada por ambas flotas de enmalle (GNS50 y GNS60) cuando trabajan en zona VIII, ya que aquí la malla mínima de enmalle está establecida en 100 mm.

De este modo, obtenemos una matriz (Tabla 4.5.a) en la que los dieciséis *métiers* (monoespecíficos) obtenidos en la Sección 4.4 para clasificar la actividad pesquera de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas son reagregados en 11 *métiers* DCF, ajustándose a su estructura jerárquica de Nivel 5 (“conjunto de especies”) y Nivel 6 (“tamaño de malla”).

Tabla 4.5.a. Tabla con la distribución de esfuerzo medio anual (días de pesca) de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas desagregado por *métier* DCF. Fuente: diarios de pesca oficiales del trienio 2004-2006.

<i>Métier</i> DCF		Correspondencia	Esfuerzo
Nivel 5	Nivel 6	(<i>Métier</i> monoespecífico)	(días de pesca)
OTB_DEF	OTB_DEF_70	OTB56	2028
	OTB_DEF_80	OTB51 fuera de coto de merluza	6651
	OTB_DEF_100	OTB51 dentro de coto de merluza	4614
OTB_CRU	OTB_CRU_80	OTB52	4874
OTB_MDD	OTB_MDD_100	OTB53	1571
OTB_MPD	OTB_MPD_70	OTB54	383
PTB_DEF	PTB_DEF_100	OTB55	1864
LLS_DEF	LLS_DEF	PTB51	3526
		LLS51	11114
		LLS52	341
		LLS61	512
LLS_DWS	LLS_DWS	LLS62	103
		LLS53	363
		LLS63	155
		LLS64	485
GNS_DEF	GNS_DEF_100	GNS51 fuera de coto de merluza	1633
	GNS_DEF_120	GNS61	2549
		GNS51 dentro de coto de merluza	249

BIBLIOGRAFÍA Sección 4

- Biseau, A. 1998. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquatic Living Resources*, 11: 119–136.
- Biseau, A. y Gondeaux, E. 1988. Apport des méthodes d'ordination en typologie des flottilles. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 44: 286–296.
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. y Stone, C.J. 1984. *Classification and Regression Trees*. Monterey, California: Wadsworth and Brooks/Cole. 353 pp.
- Campos, A., Fonseca, P., Fonseca, T. y Parente, J. 2007. Definition of fleet components in the Portuguese bottom trawl fishery. *Fisheries Research*, 83: 185–191.
- Castro, J. 2008. Hierarchical classification in fleets, fisheries and métiers of the Spanish fleets operating in the non-Spanish EU waters. Documento de trabajo presentado al ICES WGHMM, Copenhague (Dinamarca), del 30 de abril al 6 de mayo de 2008.
- Castro, J., Punzón, A., Pierce, G.J., Marín, M. y Abad, E. 2010. Identification of métiers of the Northern Spanish coastal bottom pair trawl fleet by using the partitioning method CLARA. *Fisheries Research*, 102: 184–190.
- CCE. 2001. Reglamento (CE) No 1162/2001 de la Comisión de 14 de junio de 2001 por el que se establecen medidas encaminadas a la recuperación de la población de merluza en las subzonas CIEM III, IV, V, VI y VII y en las divisiones CIEM VIIIabde y las condiciones correspondientes para el control de las actividades de los buques pesqueros. DO L159/4 de 15.6.2001, 6 pp.
- CCE. 2006. Reglamento No 51/2006 del Consejo de 22 de diciembre de 2005 por el que se establecen, para 2006, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas. DO L16/1 de 20.1.2006, 183 pp.
- CCE. 2008. Reglamento (CE) N° 199/2008 del Consejo de 25 de febrero de 2008 relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común. DO L60 de 5.03.2008, 12 pp.
- CCE. 2010. Final report of the Regional Co-ordination Meeting for the North Atlantic (RCM-NA) 2010. EU data collection framework (DCF), Reg. 199/2008, 665/2008 and Decision 2008/949/EC: 254 pp.
- Cohen D.M., Inada, T., Iwamoto, T. y Scialabra, N. 1990. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, No. 125, 10: 1–442.
- De'ath, G. 2002. Multivariate Regression Trees: A New Technique for Modelling Species–Environment Relationships. *Ecology*, 83(4):1103–1117.
- De'ath, G. 2007. Mypart: multivariate partitioning R package version 1.2-6. <http://www.r-project.org>.
- Duarte, R., Azevedo, M. y Afonso-Dias, M. 2009. Segmentation and fishery characteristics of the mixed-species multi-gear Portuguese fleet. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 594–606.
- González-Herráiz, I., Torres, M.A., Fariña, A.C., Freire, J. y Cancelo, J.R. 2009. The NAO index and the long-term variability of *Nephrops norvegicus* population and fishery off West of Ireland. *Fisheries Research*, 98: 1–7.
- Gordon, A.D. 1981. *Classification: Methods for the exploratory analysis of multivariate data*. Chapman & Hall, London. 193 pp.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. y Black, W.C. 1999. *Multivariate Data Analysis*. 5ª ed. Prentice Hall International, Inc., 832 pp.
- He, X., Bigelow, K.A. y Boggs, C.H. 1997. Cluster analysis of longline sets and fishing strategies within the Hawaii-based fishery. *Fisheries Research*, 31: 147–158.
- Hilborn, R. y Walters, C.J. 1987. A general model for simulation of stock and fleet dynamics in spatially heterogeneous fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 44: 1366–1369.
- Holley, J.F. y Marchal, P. 2004. Fishing strategy development under changing conditions: examples from the French offshore fleet fishing in the North Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1410–1431.
- IBDES. 2008. Los descartes de las flotas pesqueras de arrastre españolas en aguas comunitarias: zona ICES. Proyecto IBDES. Instituto Español de Oceanografía, 33 pp.
- ICES. 1991. Report of the ICES Working Group on Fisheries Units in Sub-areas VII and VIII. ICES CM 1991/Assess: 24: 215 pp.
- ICES. 2003. Report of the Study Group on the Development of Fishery-based Forecasts. ICES CM 2003/ACFM:08 Ref. D: 37 pp.
- ICES. 2007a. Report of the working group on the assessment of Southern Shelf stocks of hake, monk and megrim (WGHMM). ICES CM 2007/ACFM:21: 700 pp.
- ICES. 2007b. Report of the working group on the biology and assessment of deep-sea fisheries resources (WGDEEP). ICES CM2007/ACFM:20: 478 pp.
- Iriondo, A., Prellezo, R., Santurtún, M., García, D., Quincoces, I. y Mugerza, E. 2008. Basque trawl métier definition for 2003–2007 period. Documento de trabajo presentado al ICES WGHMM, Copenhague (Dinamarca), del 30 de abril al 6 de mayo de 2008.
- Jiménez, M.P., Sobrino, I. y Ramos, F. 2004. Objective methods for defining mixed-species trawl fisheries in Spanish waters of the Gulf of Cádiz. *Fisheries Research*, 67: 195–206.
- Kaufman, L. y Rousseeuw, P.J. 1990. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.: 331 pp.
- Laurec, A., Biseau, A., y Charuau, A. 1991. Modelling technical interactions. *ICES Marine Science Symposia*, 193: 225–236.
- Lewy, P. y Vinter, M. 1994. Identification of Danish North Sea trawl fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 51: 263–272.
- Lucio, P., M. Santurtún, I. Quincoces y I. Artexe. 2001. Changes in the fishing activity and in the target species, and the evolution of the fishing effort and the northern hake catches per unit effort of some Basque fleets operating in Sub-areas VI, VII and Divisions VIIIab in 1993–2000. Documento de Trabajo presentado al ICES WGHMM 2001, Copenhague (Dinamarca), 4–13 de septiembre de 2001.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A. y Hubert, M. 2005. Cluster analysis basics and extensions. R package. <http://www.r-project.org>.
- Maynou, F., Demestre, M. y Sánchez, P. 2003. Analysis of catch per unit effort by multivariate analysis and generalised linear models for deep-water crustacean fisheries off Barcelona (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, 65: 257–269.
- Marchal, P. 2008. A comparative analysis of métiers and catch profiles for some French demersal and pelagic fleets. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 674–686.
- Mesnil B. y Shepherd J.G. 1990. A hybrid age- and length-structured model for assessing regulatory measures in multiple-species, multiple-fleet fisheries. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 47: 115–132.
- Murawski, S.A., Lange, A.M., Sissenwine, M.P. y Mayo, R.K. 1983. Definition and analysis of multispecies otter-trawl fisheries off the Northeast coast of the United States. *ICES Journal of Marine Science*, 41: 13–27.

- Palmer, M., Quetglas, A., Guijarro, B., Moranta, J., Ordines, F. y Massuti, E. 2009. Performance of artificial neural networks and discriminant analysis in predicting fishing tactics from multispecific fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66: 224-237.
- Pelletier, D. y Ferraris, J. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57: 51-65.
- Pérez, N., Pereda, P., Uriarte, A., Trujillo, V., Olaso, I. y Lens, S., 1996. Descartes de la flota española en el área del ICES. *Datos y Resúmenes* 2, NIPO: 251-96-013-X.
- Pérez, N., Bellido, J.M. y Araújo, H. 2003. Fisheries Unit definition of Spanish demersal trawlers operating in ICES Sub-area VII by using Galician total catch information. Documento de trabajo presentado al "STECF Subgroup of hake technical measures", Lisboa (Portugal), 27-31 octubre de 2003.
- Piñeiro, C.G., Casas, M. y Bañón, R. 2001. The deep-water Fisheries exploited by Spanish fleets in the Northeast Atlantic: a review of the current status. *Fisheries Research*, 51: 311-320.
- Punzón, A., Hernández, C., Abad, E., Castro, J., Pérez, N. y Trujillo, V. 2010. Spanish otter trawl fisheries in the Cantabrian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1604-1616.
- Quéro, J.C., Vayne, J.J. y Porché, P. 2003. *Guide des poissons de l'Atlantique européen. Les Guides du Naturaliste*. Delachaux et Niestle, Lonay, Switzerland. 465 p.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Silva, L., Gil, J. y Sobrino, I. 2002. Definition of fleet components in the Spanish artisanal fishery of the Gulf of Cadiz (SW Spain ICES division IXa). *Fisheries Research*, 59: 117-128.
- Tzanatos, E., Somarakis, S., Tserpes, G. y Koutsikopoulos, C. 2006. Identifying and classifying small-scale fisheries métiers in the Mediterranean: a case study in the Patraikos Gulf, Greece. *Fisheries Research*, 81: 158-168.
- Ulrich, C. y Andersen, B.S. 2004. Dynamics of fisheries, and the flexibility of vessel activity in Denmark between 1989 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 308-322.
- Velasco, F., Blanco, M., Baldó, F. y Gil, J. 2009. Results on Argentine (*Argentina* spp.), Bluemouth (*Helicolenus dactylopterus*), Greater forkbeard (*Phycis blennoides*) and Spanish ling (*Molva macrophthalma*) from 2008 Porcupine Bank (NE Atlantic) survey. Documento de Trabajo presentado al ICES WGDEEP, Copenhagen (Dinamarca), 9-16 marzo 2009: 504 pp.

5. CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS DE GESTIÓN DE PESQUERÍAS MIXTAS DE LA FLOTA ESPAÑOLA DE AGUAS EUROPEAS ATLÁNTICAS NO IBÉRICAS

5.1. INTRODUCCIÓN

Son varias y diferentes las pesquerías internacionales que se desarrollan en aguas europeas atlánticas no ibéricas, las cuales son explotadas por diferentes países y flotas. En particular, la flota española con acceso a estas aguas es considerada como flota de altura, en contraposición a la de otros países, que en su condición de Estados ribereños, mantienen simultáneamente tanto flotas de altura como bajura. Por este motivo, la variedad de las flotas irlandesa o francesa, por ejemplo, hace que su estructura resulte más compleja que la española que faena en aguas europeas atlánticas no ibéricas. Esta complejidad es también reflejo de la biodiversidad de la zona de estudio, donde coexiste un gran número de especies de peces, crustáceos y cefalópodos. Con respecto al número de especies a incluir en un análisis de gestión de pesquerías mixtas, hay que tener en cuenta los requerimientos del modelo a utilizar. En el caso del método Fcube, su algoritmo requiere, desde el campo de la gestión de recursos pesqueros, el TAC de cada stock, y desde el campo de la evaluación de stocks, tres parámetros poblacionales: biomasa (B) y mortalidad pesquera (F) y natural (M). De estos tres, son los dos primeros los que suponen una mayor limitación en la obtención de datos, ya que su estimación requiere de evaluaciones anuales de cada población, mientras que la mortalidad natural suele ser asumida constante para cada stock independientemente de la serie temporal.

Corresponde al Consejo Europeo establecer las posibilidades de captura anuales (TAC) para cada especie (o grupos de especies) por zona geográfica, así como las posibilidades de pesca que debe asignarse a cada Estado miembro (cuota) (CCE, 1992), de modo que se garantice el principio de estabilidad relativa (CCE, 2002a). Luego, cada Estado miembro tiene la potestad de decidir el modo de distribución de su cuota nacional entre los buques que enarbolan su pabellón. El reglamento que determina las posibilidades de pesca por especie y Estado miembro suele aparecer publicado a principios del año de aplicación o finales del anterior. No obstante, dentro del umbral determinado por el TAC y previa notificación a la Comisión, las cuotas pueden ser modificadas mediante diferentes mecanismos como el intercambio entre Estados miembros (CCE, 2002a) o la reasignación de cuota, como las reducciones debidas al rebasamiento de cuota en años anteriores (CCE, 1993). Además, el Consejo Europeo diferencia entre TAC cautelar, aplicable a aquellas poblaciones sobre las que no se dispone de evaluación científica, y TAC analítico cuando sí se dispone de ella (CCE, 1996).

A pesar del enorme esfuerzo realizado por todas las instituciones que forman parte del proceso de gestión, desde la base del asesoramiento científico hasta las decisiones político-administrativas finales, de las veintiséis especies o grupos de especies que presentan capturas de relativa importancia en los desembarcos españoles procedentes de aguas europeas atlánticas no ibéricas, tan solo la mitad fue regulada mediante limitaciones de captura en el año 2007 (CCE, 2006a; CCE, 2007), año que será considerado como año de predicción en los análisis del caso de estudio (Tabla 5.1): merluza (HKE), gallos (LEZ), rapes (MNZ), maruca (LIN), brótola de fango (GFB), bacaladilla (WHB), cigala (NEP), caballa (MAC), alfonsinos (ALF), jurel (HOM) y tiburones de aguas profundas (SHX). Independientemente del número de poblaciones o stocks en que es estructurado el conjunto de individuos de una especie, el Consejo Europeo suele desagregar las posibilidades de captura por zonas de gestión ICES. Esto provoca que en algunos casos, como en el del stock norte de merluza o el occidental de rapes, sus posibilidades de captura figuren desagregadas para zona VII y divisiones VIIIab, pero también que, por ejemplo, las diferentes poblaciones (denominadas Unidades Funcionales: FU) de cigala existentes en aguas irlandesas compartan un único TAC agregado para el conjunto de zona VII.

No obstante, de entre las especies/stocks con TAC asignado, no todas presentan la misma relevancia para la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas. Por ejemplo, la caballa constituye un recurso pesquero pelágico de amplia distribución y elevados niveles de biomasa (Villamor, 2008); sin embargo, a pesar de proporcionar uno de los más elevados TAC internacionales en aguas europeas atlánticas no ibéricas, prácticamente carece de cuota española. La explotación española de esta especie se desarrolla en aguas ibéricas, donde la flota litoral se beneficia de hasta el 80% del TAC internacional fijado para las divisiones VIIIc y IX. También de amplia distribución es la bacaladilla, que debido a adaptaciones asociadas al ambiente mesopelágico (Salvanes y Kristoffersen, 2001) puede ser capturada por muy diversas modalidades de pesca, algunas dirigidas y otras que la explotan como especie acompañante. En el área ICES, esta especie se considera un único stock, no obstante, sus posibilidades de captura vienen desglosadas en cuatro zonas. En la de distribución de la flota de estudio, se permite una cuota española del 2% del TAC internacional. No obstante, la escasa incidencia de esta especie en los desembarcos españoles provenientes de dicha zona parece corroborar la existencia de intercambios de cuota, ya que se permite una transferencia de más del 70% de ésta a aguas de las zonas económicas exclusivas de Noruega e Islas Feroe.

Dentro de las posibilidades de captura de las especies de aguas profundas (CCE, 2006a), la restrictiva cuota española de las especies del género *Beryx* no la hacen idónea para ser incluida en un análisis de pesquerías mixtas junto a especies de elevadas cuotas. Por otro lado, aunque con ciertas posibilidades de cuota de tiburones de aguas profundas en 2007, la desaparición de pesquerías españolas dirigidas a estas especies en aguas europeas atlánticas no ibéricas, tal como hemos visto en la Sección 4, también desaconsejan la inclusión de estas especies en un análisis de gestión de pesquerías

mixtas. De hecho, el TAC de estas especies pasó de una situación de no-TAC en 2004 a la prohibición total de su explotación (TAC=0) en 2010 (CCE, 2009a). Con respecto a las especies o stocks sin regulación de capturas en 2007, todas siguen en la misma situación a excepción de las rayas que, bajo un único TAC conjunto para la Familia *Rajidae*, comenzaron a ser reglamentadas a partir de 2009 (CCE, 2009b).

De las siete especies o grupos de especies reguladas mediante TAC y con cuota española relevante como para ser incluida en un análisis de gestión de pesquerías mixtas, se revisará a continuación el conocimiento científico empleado como base de su gestión, con el objeto de identificar los stocks con estimaciones científicas de sus parámetros poblacionales.

Tabla 5.1. TAC internacional y cuota española en 2007 de las especies o grupos de especies de importancia pesquera para la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, en orden descendente según volumen de desembarcos (media 2004-2006). Fuente: CCE (2006a; 2007).

Especie	Código FAO	Zona ICES	TAC 2007	Cuota española
<i>Merluccius merluccius</i>	HKE	II-IV, VI-VII y VIIIabd	52680	14770
<i>Lepidorhombus</i> spp.	LEZ	VII y VIIIabd	20425	6666
<i>Lophiidae</i>	MNZ	VII y VIIIabd	36000	2237
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	WIT	---	----	----
<i>Rajidae</i>	RAJ	---	----	----
<i>Ommastrephidae</i>	OMZ	---	----	----
<i>Molva molva</i>	LIN	VI-X, XII y XIV	11973	3299
<i>Phycis blennoides</i>	GFB	V, VI y VII	2028	588
<i>Conger conger</i>	COE	---	----	----
<i>Octopodidae</i>	OCT	---	----	----
<i>Zeus faber</i>	JOD	---	----	----
<i>Micromesistius poutassou</i>	WHB	I-VII, VIIIabde, XII y XIV	1700000	36119
<i>Nephrops norvegicus</i>	NEP	VII	25153	1509
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	BRF	---	----	----
<i>Loliginidae</i>	SQZ	---	----	----
<i>Trisopterus</i> spp	BIB	---	----	----
<i>Scomber scombrus</i>	MAC	IIa, Vb, VI-VII, VIIIabd, XII y XIV	452162	20
<i>Mullus surmuletus</i>	MUX	---	----	----
<i>Beryx</i> spp	ALF	I-X, XII y XIV	328	74
<i>Brama brama</i>	POA	---	----	----
<i>Trachurus trachurus</i>	HOM	Vb, VI, VII, VIIIabd, XII y XIV	137000	13422
<i>Scyliorhinus canicula</i>	SYC	---	----	----
<i>Triglidae</i>	GUX	---	----	----
<i>Sepia officinalis</i>	CTC	---	----	----
Tiburones de aguas profundas	SHX	V-IX	2472	280

5.1.1. Base científica de la gestión de los stocks pesqueros de aguas occidentales de la Unión Europea relevantes para la flota española

La merluza europea (*Merluccius merluccius*, L. 1758) es una especie ampliamente distribuida por toda la plataforma del noreste Atlántico, desde aguas noruegas hasta las costas mauritanas, con un foco de mayor densidad desde el sur de las islas Británicas hasta el sur de España (Casey y Pereiro, 1995) y el Mediterráneo. Aunque no hay evidencias genéticas de la existencia de diferentes poblaciones (Roldán *et al.*, 1998; Mattiucci *et al.*, 2004), ICES ha asumido desde finales de los años 70 dos diferentes unidades de stock, distribuidos al norte y sur del cañón Capbreton. Esta depresión orográfica, ubicada en el golfo de Vizcaya entre las plataformas francesa y española, es considerada una frontera geográfica que limita el intercambio entre ambas poblaciones. El stock norte de merluza es analizado en los foros de expertos de ICES, cuya evaluación en 2007 fue desarrollada aplicando el método analítico XSA (*eXtended Survivors Analysis*) (Shepherd, 1992; Darby y Flatman, 1994) para la evaluación del estado de su población (ICES, 2007a). Este método consiste en la calibración de un método VPA (*Virtual Population Analysis*) (Pope, 1972) mediante la relación entre índices de abundancia (CPUE) y la abundancia del stock (N). Sin embargo, elevados niveles de incertidumbre detectados en evaluaciones posteriores, derivados principalmente de inexactitudes en la estimación de la edad a partir de piezas esqueléticas (Bertignac y de Pontual, 2007), ha provocado un replanteamiento en el análisis del estado del stock. Por ello, recientemente se ha aprobado la sustitución del método XSA por un modelo SS (*Stock Synthesis*) (Methot, 2009), pues tiene la peculiaridad de estar estructurado sobre tallas, evitando así el uso de claves talla-edad (ICES, 2010a). A pesar de ello, los resultados de esta evaluación fueron aceptados para la observación de tendencias, pero no para estimaciones absolutas de parámetros poblacionales (ICES, 2010b). El stock norte de merluza (división ICES IIIa, zonas II-VII y divisiones VIIIabd), que es el explotado por las flotas del caso de estudio, ha venido tradicionalmente regulado por la determinación de un TAC anual, al que también le han acompañando otras medidas de gestión. Inicialmente se determinó una talla mínima de desembarco legal de 27 cm (CCE, 1998), seguida de un plan de emergencia que estableció una serie de medidas técnicas relacionadas con limitaciones de malla por zona geográfica (CCE, 2001a, 2001b y 2002b). Más tarde se estableció un plan de recuperación que fijaba una biomasa reproductora umbral que, una vez alcanzada, debería dar paso a un plan de gestión plurianual (CCE, 2004a). Esta situación, que se consideró alcanzada en la evaluación de 2006 (ICES, 2006a), puso en marcha el proceso de asesoramiento científico sobre el que elaborar dicho plan de gestión plurianual (CCTEP, 2007), cuya propuesta ha sido recientemente aprobada por la Comisión Europea (CCE, 2009c). Este plan de gestión se encuadra dentro del compromiso adquirido por la UE en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Johannesburgo en 2002, consistente en alcanzar un nivel de explotación de los stocks europeos acorde a su rendimiento máximo sostenible (RMS) en el año 2015. No

obstante, es probable que los parámetros de base para fijar la mortalidad pesquera objetivo en dicho plan de gestión hayan de ser revisados bajo el enfoque de la nueva evaluación basada en tallas (ICES, 2010b).

Los gallos de aguas europeas son gestionados a nivel de Género, sin diferenciar entre las dos especies presentes en el área: gallo del norte (*L. whiffiagonis*, Walbaum 1792) y gallo (*L. boscii*, Risso 1810). Estas especies se distribuyen por el Atlántico nordeste, desde Islandia al norte de África y Mediterráneo, con una distribución para gallo del norte más septentrional y somera (entre 100 y 300 m) que la de gallo (Landa *et al.*, 1996; 2002). Para su gestión, ICES considera la existencia de tres stocks (ICES, 2007a): norte (zonas IV y VI), oeste (zona VII y divisiones VIIIabd) y sur (divisiones VIIIc y IXa). De estos tres, es el stock oeste el único explotado por las flotas españolas del caso de estudio, ya que el stock sur es explotado casi en su totalidad por la flota española de bajura (92% del TAC), mientras que las capturas del stock norte son prácticamente irrelevantes. En el caso de los gallos del stock oeste, el TAC conjunto establecido por el Consejo de Ministros de Pesca es luego desglosado en especies según las estimaciones científicas de ICES que, a diferencia del stock sur donde *L. boscii* es mayoritario, calcula un ratio de 0,95 de gallo del norte en el stock oeste (ICES, 2007a). Esta desproporción entre especies provoca que el asesoramiento de ICES para los stocks oeste únicamente se base sobre la evaluación científica del gallo del norte. La evaluación científica del estado de este stock ha sido tradicionalmente realizada mediante el modelo analítico XSA. Sin embargo, importantes inconsistencias encontradas en la evaluación realizada en 2007 provocaron el rechazo de sus resultados (ICES, 2007a), de modo que la evaluación analítica más reciente aceptada por ICES se remonta al año anterior (ICES, 2006a). Además de controles de captura, también existen medidas técnicas específicas, como la determinación de una talla mínima legal de 20 cm (CCE, 1998).

De forma similar a los gallos, los rapés de aguas comunitarias también son gestionados a nivel de Género, sin diferenciar entre las dos especies presentes en la zona: rape blanco (*L. piscatorius*, L. 1758) y rape negro (*L. budegassa*, Spinola 1807). Para su gestión, ICES distingue tres stocks para cada una de estas especies: norte (divisiones IIa y IIIa y zonas IV y VI), oeste (divisiones VII y VIIIabd) y sur (divisiones VIIIc y IXa). El rape blanco tiene una distribución desde el mar de Barents hasta Mauritania y puede extenderse a profundidades mayores de 1000 metros (Landa *et al.*, 2008). La evaluación de su stock oeste ha sido tradicionalmente realizada mediante el método XSA. No obstante, la detección de importantes fuentes de incertidumbre en la evaluación llevada a cabo en 2007, sobre todo relacionadas con una posible infraestimación del crecimiento (Azevedo *et al.*, 2008; Landa *et al.*, 2008), provocó que sus resultados fueran rechazados a la hora de proporcionar una base científica en el proceso de asesoramiento de ICES (ICES, 2007a). De este modo, la evaluación analítica más reciente aceptada por ICES y susceptible de proporcionar parámetros poblacionales se remonta al año anterior (ICES, 2006a). Por su parte, el rape negro presenta una distribución algo más meridional que el rape blanco, distribuyéndose desde el norte de las islas Británicas hasta Senegal, y suele encontrarse sobre fondos de menor

profundidad, desde los 70 m hasta los 800 m (Whitehead *et al.*, 1986). Al igual que para rape blanco, la evaluación de su stock oeste, generalmente realizada mediante el método XSA, reveló, en la evaluación llevada a cabo en 2007, elevados niveles de incertidumbre que aconsejaron fuera también rechazada (ICES, 2007a), de modo que la evaluación analítica más reciente aceptada por ICES se remonta al año anterior (ICES, 2006a). A pesar del carácter agregado del TAC conjunto de rapés, ICES tiene acceso a las estimaciones del ratio de especies proporcionadas por los laboratorios nacionales a partir de los desembarcos de sus respectivas flotas. Aunque con diferencias por país, e incluso flota, éstos permiten proporcionar un ratio de especies global (media 2004-2006) de 79% de *L. piscatorius* y 21% de *L. budegassa* (ICES, 2005; 2006a; 2007a). En el caso de estudio que nos atañe, son los stocks oeste de ambas especies los que tienen una incidencia directa. Además de control de capturas (TAC), que supone la medida de gestión principal sobre estos stocks, desde 2006 existe una prohibición del uso de artes de enmalle a profundidades superiores a los 200 m en las zonas VI y VII, actividad que en el caso de la flota de algunos Estados miembros desarrollaba pesquerías con incidencias sobre las poblaciones de rapés (CCE, 2006b).

La maruca se distribuye por el Atlántico noreste, desde el mar de Barents hasta aguas de Marruecos (Cohen *et al.*, 1990). Aunque no hay evidencias de la existencia de poblaciones genéticamente diferentes, se considera que los ejemplares de caladeros distantes se encuentran lo suficientemente aislados como para ser considerados diferentes unidades de gestión, entre los cuales el intercambio de individuos es demasiado limitado como para tener algún efecto sobre la estructura y dinámica de cada unidad (ICES, 2006b). Estas unidades son: Islandia (Va), costa noruega (II) y banco Feroe (Vb). Sin embargo, se considera mucho menos probable la existencia de diferentes stocks en aguas al norte y oeste de las islas Británicas y el mar del Norte (zonas IV, VI, VII y VIII). Con respecto a este último componente, que es el explotado por la flota española, la ausencia de información biológica y pesquera detallada hace que el estado de su población no sea evaluado de forma analítica en los foros científicos de ICES, debiendo basar su asesoramiento en aspectos no cuantitativos, como la exploración de tendencias en las series de CPUE disponibles (ICES, 2007b). En 2005, el TAC de maruca, que anteriormente era publicado en el reglamento bienal de posibilidades de captura de especies de aguas profundas (CCE, 2002c), pasó a ser incluido en la regulación anual de posibilidades de captura que cubre la mayoría general de stocks (CCE, 2005a).

La brótola de fango (*Phycis blennoides*, Brünnich 1768), única especie del Género que cuenta con la determinación de umbrales de captura en la reglamentación comunitaria, es un gádido ampliamente distribuido en el Atlántico noreste desde Noruega e Islandia hasta Cabo Blanco en África occidental y Mediterráneo (Svetovidov, 1986; Cohen *et al.*, 1990), particularmente a lo largo del talud de la plataforma continental a profundidades entre 60 y 1000 m (Casas y Piñeiro, 2000). Las mayores concentraciones de esta especie han sido observadas mediante campañas de prospección tanto en el talud de la plataforma occidental francesa (Uiblein *et al.*, 2003) como la plataforma sur

irlandesa (Ellis *et al.*, 2007). Sin embargo, se conoce muy poco sobre la estructura poblacional de esta especie, así que no ha sido subdividida en stocks para su evaluación y gestión (ICES, 2007b). Al igual que otras especies de profundidad, la brótola de fango carece de evaluación analítica, de modo que el asesoramiento a su gestión se apoya en la observación de series de índices de abundancia obtenidos mediante campañas oceanográficas. Sin embargo, recientemente se ha desarrollado una evaluación analítica mediante la aplicación de un modelo de Depleción de Stock (SDM) (Roa-Ureta y Arkhipkin, 2007), aunque sus resultados son todavía considerados exploratorios (ICES, 2010b).

La cigala (*Nephrops norvegicus*, L. 1758) es un crustáceo decápodo que se distribuye en el Atlántico noreste y el Mediterráneo, desde Noruega al norte de África, habitando fondos a partir de 50 m aunque con mayor frecuencia entre los 200 y 800 m de profundidad (Chapman, 1980). Esta especie es dioica, con crecimiento diferente entre machos y hembras, alcanzando mayores tamaños los primeros (Fariñas y Freire, 2006). La cigala es una especie sedentaria de carácter territorial muy dependiente del sustrato, pues vive en madrigueras que excava en el fondo marino, lo que la limita a zonas de sedimentos blandos (Chapman, 1980). Esta dependencia del sustrato hace que las poblaciones se encuentren delimitadas a determinadas zonas, lo que ha resultado decisivo para la estructura organizativa aplicada a la evaluación de sus poblaciones, para las que ICES diferencia una serie de “Unidades Funcionales” (FU, en inglés). De las Unidades Funcionales existentes en aguas comunitarias no ibéricas, la flota española explota la denominada FU16, que se encuentra en el banco de Porcupine, al oeste de Irlanda. El asesoramiento científico en la gestión de esta FU se basa actualmente en indicadores cualitativos del estado del stock (ICES, 2010c), pues los intentos de desarrollar una evaluación analítica no proporcionaron los índices de calidad necesarios. Sin embargo, existen estimaciones de parámetros poblacionales (*F* y *B*) provenientes de evaluaciones analíticas exploratorias, obtenidos mediante la aplicación de un modelo LCA (*Length-based cohort analysis*) desagregado por sexos (ICES, 2003a). A efectos de gestión, el Consejo Europeo presenta las posibilidades de captura de cigala bajo un único TAC compartido para toda la zona VII, sin especificar su reparto entre las diferentes FU existentes en la zona. Aparte de totales admisibles de captura, desde 2010 se ha implementado una zona de veda de pesca al sur del banco de Porcupine durante los meses de mayo a julio (CCE, 2010), abarcando un área irregular coincidente con la distribución de la FU16.

Se conoce la presencia de al menos tres especies del género *Trachurus* en aguas comunitarias atlánticas: jurel (*T. trachurus*, L. 1758), jurel mediterráneo (*T. mediterraneus*, Steindachner, 1886) y chicharro (*T. picturatus*, Bowdich, 1825). No obstante, ICES tan solo evalúa el estado de las poblaciones del primero, conforme a una estructura poblacional subdividida en tres stocks: stock del mar del Norte, stock de aguas occidentales europeas y stock de aguas del sur de la península Ibérica. Esta distribución de stocks es empleada desde 2004 (ICES, 2004), cuando los anteriores criterios biológicos empleados en su discriminación, distribución de huevos y

distribución espacio-temporal de la pesquería, pudieron ser ampliados con nuevos datos de genética y marcado (Abaunza *et al.*, 2008; ICES, 2009a). El que aquí interesa, el stock occidental, fue evaluado en 2007 mediante el empleo de diferentes metodologías, pero los elevados niveles de incertidumbre detectada aconsejaron rechazar sus resultados como base de asesoramiento científico al igual que en años anteriores (ICES, 2007c). La última evaluación analítica admitida por el ICES se remonta al año 2003, cuando todavía se empleaba la antigua distribución de stocks en que la división VIIIc (mar Cantábrico) se consideraba parte del stock de aguas del sur de la península Ibérica (ICES, 2003b). Esta evaluación fue realizada empleando el modelo SAD (De Oliveira *et al.*, 2010), consistente en la combinación de un modelo VPA separable (Pope y Shepherd, 1982) y un modelo ADAPT (Gavaris, 1988).

Actualmente el asesoramiento de ICES se encuentra en transición entre dos enfoques de gestión, los denominados “Enfoque Precautorio” y “Rendimiento Máximo Sostenible”. El primero fue desarrollado a partir de la adopción del Acuerdo sobre stocks de peces de las Naciones Unidas (ONU, 1994) y sirvió de directriz principal al asesoramiento de ICES a la gestión pesquera hasta la actualidad, en que se está intentando aplicar el segundo en un nuevo marco de gestión pesquera. El enfoque de gestión basado en el Rendimiento Máximo Sostenible ha comenzado a ser desarrollado en ICES a partir del compromiso internacional de recuperar las pesquerías hasta dicho nivel alcanzado en la Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenido de 2002 (ONU, 2002), el cual fue aceptado por la Unión Europea y adoptado por la Comisión Europea con el objetivo de que sea alcanzado en 2015 (CCE, 2006b).

5.1.2. Planteamiento de un análisis de gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas

Uno de los principales objetivos del presente trabajo ha consistido, además de analizar en profundidad la naturaleza de la actividad pesquera de las flotas españolas de aguas europeas atlánticas no ibéricas, en la ampliación del contexto ecológico de la misma hasta el punto de incluir el mayor número posible de especies en un análisis de gestión de pesquerías mixtas. Sin embargo, y tal como hemos visto, del listado inicial de posibles stocks candidatos, solamente la merluza permite su completa integración en un análisis de gestión de pesquerías mixtas. Afortunadamente, otros tres (gallo del norte, rape blanco y rape negro) permiten una estimación aceptable de sus parámetros poblaciones. Para estos stocks, las estimaciones de predicción a corto plazo proporcionadas por el modelo determinista MFDP (*A multi-fleet deterministic short-term projection program*) (ICES, 2000) realizadas en la evaluación de 2006 (ICES, 2006a) facilitan estimaciones de biomasa y mortalidad pesquera para ese año, de modo que este dato puede ser fácilmente ponderado a la captura real observada en 2006. Sin embargo, la FU16 de cigala y la brótola de fango solamente podrán ser tenidos en cuenta en escenarios exploratorios. Al contrario que el jurel, en el que los parámetros

poblacionales extraídos de la evaluación realizada en 2003 se circunscriben a una distribución de stocks diferente.

La reciente ampliación del método Fcube con el desarrollo del módulo FcubeEcon abre un nuevo campo de posibilidades de enorme interés en el campo de la gestión pesquera. Obviamente, los requerimientos de esta herramienta hace necesaria la recopilación de datos económicos, generalmente no considerados en las estadísticas pesqueras sobre los que se desarrolla el asesoramiento biológico de la gestión pesquera. No obstante, los resultados obtenidos en la Sección 3 de caracterización y segmentación de unidades de flota conforme a sus características técnicas facilita enormemente la parametrización de este tipo de información y el modo en que ésta pueda ser integrada junto a los datos biológicos asociados a los *métiers*. Por ello, otro objetivo del presente análisis es la compilación de datos económicos para poder aplicar el módulo FcubeEcon en un análisis de gestión del conjunto de pesquerías mixtas de interés español en aguas europeas atlánticas no ibéricas, lo que constituye una aportación novedosa en este campo.

El nivel de desagregación en segmentos de flotas y *métiers* DCF alcanzado en las secciones precedentes proporciona un nivel de detalle no conseguido hasta ahora en el análisis de la actividad pesquera española en aguas europeas atlánticas no ibéricas. Por ello, la facultad del método Fcube de desagregar las mortalidades pesqueras de los stocks en mortalidades pesqueras relativas por *métier* será aquí explorada hasta el punto de concentrar el análisis solamente sobre las flotas españolas. Esto permitirá focalizar los análisis en la flota objetivo, sin que ésta quede enmascarada en medio de la complejidad de las flotas de otros Estados miembros cuya profundización trasciende el objetivo de esta tesis. Así será más sencillo diseñar escenarios de gestión basados en medidas actuales que afectan más directamente a la flota española.

5.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.2.1. Datos: parámetros de entrada

Con respecto a los stocks, el algoritmo del método Fcube requiere de parámetros provenientes de dos tipos de información: medidas de gestión (TAC) y parámetros poblacionales (biomasa total $[B]$ y mortalidades pesquera $[F]$ y natural $[M]$). Por su parte, la versión económica de Fcube, el módulo FcubeEcon, necesita una serie de parámetros de entrada de tipo económico, desde las ganancias producidas por la venta del desembarco a los gastos derivados del desarrollo de la actividad pesquera. En vista de que el período en que se ha analizado la actividad de la flota hace referencia al trienio 2004-2006, los análisis que se realizarán a lo largo de este capítulo se centrarán en predicciones de captura y esfuerzo para el año 2007.

TAC, cuotas y estimaciones de captura

Al contrario del TAC, cuyo límite de capturas proporciona un umbral legalmente inviolable, su reparto en cuotas nacionales resulta más complejo, pues a menudo las cantidades fijadas bajo el principio de estabilidad relativa son luego renegociadas mediante acuerdos bilaterales entre Estados miembros. Para desagregar las cuotas en un análisis de pesquerías mixtas, la mejor aproximación es ajustarse al reparto real de desembarcos entre Estados miembros durante un período reciente de referencia. En este sentido, la fuente más fidedigna son las estimaciones científicas que los laboratorios nacionales, representantes de cada Estado miembro, presentan en los foros científicos de evaluación de ICES. El reparto medio (2004-2006) de capturas por país y stock (Tabla 5.2.1.a) muestra el predominio de la flota española en la explotación del stock norte de merluza, stock oeste de gallo del norte, stock oeste de rape negro y la brótola de fango. También importante, pero detrás de las flotas francesa e irlandesa se encuentran las capturas españolas del stock oeste de rape blanco y cigala de la FU16, respectivamente.

Tabla 5.2.1.a. Distribución por Estado miembro de la captura desembarcada (%) de cada uno de los seis stocks susceptibles de ser considerados en un análisis de gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas. Valores medios del trienio de referencia 2004-2006. Fuente: ICES 2007a, 2007b y 2010b.

Stock	España	Francia	Irlanda	Reino Unido	OTROS
ANK	46,5	44,8	3,5	1,7	3,5
GFB	46,3	22,2	7,4	17,3	6,8
HKE	59,7	27,0	2,3	5,7	5,3
MEG	59,2	15,5	14,1	10,2	1,0
MON	19,9	57,7	7,3	12,0	3,1
NEP	35,5	19,2	35,8	9,5	0,0

Parámetros poblacionales

Los parámetros poblacionales requeridos por el método Fcube solamente pueden ser proporcionados por evaluaciones de tipo analítico de la población de los recursos. Tal como se introdujo en la Sección 5.1, de los stocks gestionados mediante TAC analítico, tan solo el stock norte de merluza dispuso de parámetros poblacionales oficialmente aceptados por ICES en 2007 (ICES, 2007a). Esta evaluación proporcionó estimaciones de biomasa (B) y mortalidad pesquera (F) para los tres años del período de estudio (2004-2006), así como predicciones a corto plazo de las que extraer la relación entre captura y mortalidad pesquera que sirve de base al asesoramiento de ICES para 2007 (ICES, 2006c), así como al TAC finalmente decidido por el Consejo Europeo (CCE, 2006a; 2007). Entre los restantes stocks, aquellos con evaluación analítica aceptada el año anterior (stocks oeste de gallo del norte, rape blanco y rape negro) facilitan estimaciones del bienio 2004-2005 con las que inferir los parámetros poblacionales de 2006 mediante su oportuna ponderación a las capturas reales observadas (Tabla 5.2.1.b). Finalmente, en un tercer grupo se encuentran aquellos stocks con evaluaciones analíticas de tipo exploratorio, como las realizadas sobre brótola de fango o la cigala FU16. En el caso de la brótola de fango, a pesar del desfase temporal entre la evaluación (ICES, 2010c) y el período de estudio, la serie temporal empleada (2001-2008) permite extraer parámetros poblacionales para el trienio 2004-2006 (Tabla 5.2.1.b). Con respecto a la cigala FU16, aunque su evaluación se remonta al año 2003, la dinámica de su explotación con respecto al trienio de estudio no muestra grandes diferencias. Aunque es necesario tener en cuenta que dicha evaluación fue desagregada por sexos (ICES, 2003a), lo que hace que su inclusión en el análisis requiera separar las capturas de machos y hembras en concordancia con sus parámetros poblacionales (Tabla 5.2.1.b). De este modo, las mortalidades pesqueras (F) así estimadas serán usadas como mortalidad pesquera objetivo (F_{target}) de cada stock en los parámetros de entrada del método Fcube. A través de F_{target} y la biomasa (B) se puede calcular la porción de biomasa pescada (captura). En los stocks que nos ocupa, la mortalidad natural (M) fue considerada constante en la evaluación analítica de los diferentes años del período.

Tabla 5.2.1.b. Parámetros poblacionales de cada stock susceptible de ser considerado en un análisis de pesquerías mixtas en el caso de estudio para 2007: biomasa total (B), mortalidad pesquera (F) y mortalidad natural (M). Salvo para merluza, en que se usan los mismos valores empleados en sus respectivas predicciones monoespecíficas, los valores de los demás stocks hubieron de ser parcialmente recalculados. Fuente: ICES, 2003a, 2006a, 2007a y 2010c.

Especie	Código FAO	Sexo	Método de evaluación	Método de predicción	B (2007)	F (2007)	M
<i>Merluccius merluccius</i>	HKE	Combinados	XSA	MFDP	253737	0,24	0,20
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	MEG	Combinados	XSA	MFDP	111086	0,25	0,20
<i>Lophius piscatorius</i>	MON	Combinados	XSA	MFDP	134685	0,20	0,15
<i>Lophius budegassa</i>	ANK	Combinados	XSA	MFDP	45931	0,20	0,15
<i>Phycis blennoides</i>	GFB	Combinados	SDM	---	10590	0,13	0,16
<i>Nephrops norvegicus</i>	NEP	Machos	LCA	---	4011	0,27	0,30
		Hembras	LCA	---	987	0,13	0,30

Datos económicos

El módulo FcubEcon de optimización económica requiere estimaciones de los ingresos por venta del desembarco, así como de los gastos variables (VC) y fijos (FC) derivados de la realización de la actividad pesquera por segmento de flota. Ante la ausencia de datos pormenorizados por marea, los precios de venta han sido recopilados a partir de estadísticas portuarias anuales correspondientes al trienio 2004-2006 (APV, 2004; 2005; 2006). Los precios de las clases comerciales de merluza (pequeña y grande) han sido empleados para diferenciar las ventas de los *métiers* de arrastre y los *métiers* de artes fijos, respectivamente, estableciendo su oportuna correspondencia a partir de la talla media de sus respectivos desembarcos (ICES, 2007a).

Los datos relativos a los gastos por segmento de flota han sido tomados de las estadísticas oficiales de la Administración española referentes al trienio de estudio (MAPA, 2004, 2005, 2006). Estos informes proporcionan estimaciones, desglosadas por segmento de flota, de los ingresos totales anuales de la actividad pesquera, los gastos por servicios consumidos (hielo, víveres, cebo, sal, aparejos, mantenimiento y combustibles), los gastos de desembarco, la remuneración de los asalariados y el consumo de capital fijo y amortizaciones, donde se cuantifican la depreciación del equipo capital en el proceso de producción a causa del desgaste y de la obsolescencia. Sin embargo, la flota española de aguas comunitarias aparece en estas estadísticas desglosada en dos únicos segmentos de flota: flota de arrastre y flota de artes fijas mayor de 100 TRB. Por este motivo, para caracterizar los datos económicos de la flota de artes fijas menor de 100 TRB se utilizaron los datos relativos a la flota de artes fijas de caladero nacional Cantábrico-Noroeste, asumiendo mayores similitudes entre sus características técnicas y la cercanía de caladero. Los datos así obtenidos fueron convertidos en índices apropiados para su inclusión en el módulo FcubEcon, de modo que los gastos por servicios consumidos se presentan como función del esfuerzo, los gastos de desembarco como función de la captura desembarcada y los salarios como función de las ganancias en primera venta en lonja (Tabla 5.2.1.c).

Tabla 5.2.1.c. Parámetros económicos empleados en los análisis de pesquerías mixtas: índices de coste de actividad (función del esfuerzo: 10³€/día), costes de desembarco (función del volumen desembarcado: 10³€/t) y sueldos (función de las ganancias: ratio respecto al valor del desembarco). Fuente: MAPA, 2004, 2005 y 2006.

Segmento de flota	Nº buques	Costes de actividad	Costes de desembarco	Sueldos
Flota de arrastre	105	1,34	0,04	0,45
Artes fijas >100TRB	62	1,35	0,09	0,50
Artes fijas <100TRB	25	0,24	0,14	0,44

5.2.2. Metodología

Los análisis de gestión de pesquerías mixtas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, cuyos resultados se presentarán a continuación en la Sección 5.3, fueron realizados mediante los métodos Fcube (Ulrich *et al.*, 2009) y FcubeEcon (Hoff *et al.*, 2010). Básicamente, ambos métodos han sido empleados conforme a su algoritmo original tal como han sido descritos en la Sección 2. Sin embargo, determinadas peculiaridades del actual caso de estudio han puesto en evidencia algunas inconsistencias en su función de distribución del esfuerzo. En éste, el esfuerzo de predicción por segmento de flota resulta de aplicar la función de selección de esfuerzo entre los valores derivados de cada stock. En el caso de emplear una función de minimización, el esfuerzo menor (derivado del stock más restrictivo) es repartido entre todos los *métiers* de un mismo segmento de flota, provocando una reducción lineal de todos ellos.

$$E_{j, y+1} = \min_s [E_{j, s1, y+1}, E_{j, s2, y+1}, \dots]$$

De este modo, todo *métier* de un mismo segmento de flota sufrirá una reducción independientemente de que explote o no al stock “restrictivo”. Por tanto, se ha diseñado una función de exención con la que proteger a estos *métiers* de la reducción de esfuerzo (ver escenario GFB en página 162 para más detalles). De este modo, ahora solamente se aplicará la función de minimización al esfuerzo sobre aquellos *métiers* con capturas del stock de cuyas medidas de gestión deriva el factor de reducción, es decir solo si el *métier* presenta $LS_i > 0$.

Por otra parte, la metodología estándar del método Fcube ha sido ampliada para acoger las opciones de dos diferentes políticas de gestión (Hoff *et al.*, 2010): basada en cuotas monoespecíficas (SQ¹) y basada en esfuerzo (EF²). Una política SQ, como la actual en aguas comunitarias, obliga al cumplimiento del TAC, de modo que las capturas de sobrecuota no pueden ser desembarcadas ni vendidas, debiendo ser descartadas. Bajo una política EF los descartes están prohibidos y todas las capturas deben ser desembarcadas y vendidas. La aplicación de una u otra política de gestión tiene consecuencias en el modo de aplicación del módulo FcubeEcon, ya que las capturas descartadas, independientemente de consideraciones ecológicas, alteran el balance económico al aumentar los gastos (mayor esfuerzo) sin permitir compensarlo con mayores ganancias de venta. Dentro de cada una de estas políticas de gestión se determinaron cinco diferentes opciones según la asunción considerada en la distribución de esfuerzo, así como el método empleado (Fcube o FcubeEcon):

¹ “Single-Stock quota management”

² “Effort management”

- “MAX”: esfuerzo necesario para alcanzar la cuota monoespecífica más alta (modelo Fcube).
- “MIN”: esfuerzo necesario para alcanzar la cuota monoespecífica más restrictiva (modelo Fcube).
- “VAL”: opción de maximización similar a la opción MAX, pero ponderando el esfuerzo al ratio de importancia económica de cada stock en las capturas (modelo Fcube).
- “ECO1”: esfuerzo que maximiza el rendimiento económico de las flotas al tiempo que restringe los desembarcos totales bajo los TAC monoespecíficos (modelo FcubeEcon).
- “ECO2”: esfuerzo que maximiza el rendimiento económico de las flotas pero sin restricciones sobre la captura (modelo FcubeEcon).

En la opción MAX se asume que las flotas continúan pescando hasta el agotamiento de su última cuota, de modo que la diferencia entre los desembarcos estimados y el TAC real de los restantes stocks es considerado como sobrecuota. La opción MIN, por el contrario, se apoya en la asunción opuesta de que las flotas paran su actividad en cuanto la primera cuota es agotada, sin consumir el resto de sus cuotas para otros stocks. Por su parte, la opción VAL representa una aproximación muy básica a un planteamiento económico, ya que tan solo hace uso de las ganancias por venta del desembarco, sin aportar ningún tipo de corrección mediante la inclusión de los gastos producidos por el ejercicio de la actividad pesquera. Este aspecto sí es tenido en consideración en las opciones ECO1 y ECO2 calculadas mediante el método FcubeEcon. Pero mientras la primera refleja un sistema de cuotas individuales transferibles (ITQ) sin descarte de sobrecuota, ya que los TAC nunca son sobrepasados, la segunda refleja un sistema ITQ con rebasamiento de cuota. La política de gestión elegida (SQ o EF) puede provocar diferencias en los resultados económicos, pero no en las predicciones de captura y esfuerzo, salvo en el caso de la opción ECO2, pues la optimización económica puede verse afectada por el hecho de poder vender (ECO2 EF) o no (ECO2 SQ) las capturas de sobrecuota.

Para facilitar la comparación de resultados entre opciones se tabularán tres tipos de índices. En primer lugar, la diferencia entre los beneficios económicos (B_{2007}) resultantes y el beneficio económico medio del trienio de referencia por segmento de flota. Al ser calculado respecto a éste último, un signo negativo representa pérdidas y un signo positivo, ganancias:

$$\Delta B_j = \left(\frac{B_{2007}}{\bar{B}_{(2004-2006)}} \right) - 1$$

En segundo lugar, un índice de sobre/infrautilización de cuota por stock, calculado como el ratio entre las capturas de predicción y el umbral de captura fijado por el TAC, de modo que un signo positivo indica sobrepesca, lo que a su vez implica descartes en un sistema de gestión SQ:

$$\Delta C_s = \left(\frac{C_{2007}}{TAC_{2007}} \right) - 1$$

Finalmente, el ratio de variación del esfuerzo por *métier*, calculado como la relación entre el esfuerzo de predicción respecto al esfuerzo observado en el trienio de referencia:

$$\Delta E_m = \left(\frac{E_{2007}}{\bar{E}_{(2004-2006)}} \right) - 1$$

5.2.3. Escenarios

El escenario básico de un análisis de gestión de pesquerías mixtas consiste en la aplicación simultánea de los TAC monoespecíficos de cada uno de los stocks que forman parte del sistema pesquero. Sin embargo, en nuestro caso de estudio, los TAC de 2007 de los stocks con parámetros poblacionales procedentes de evaluaciones analíticas aprobadas por ICES (stock oeste de rape negro [ANK], stock norte de merluza [HKE], stock oeste de gallo del norte [MEG] y stock oeste de rape blanco [MON]) resultan superiores a la captura media observada en el trienio de referencia (2004-2006). Esta circunstancia limita considerablemente la aplicación de Fcube, ya que la ausencia de umbrales restrictivos no afecta a la distribución de esfuerzo del período de referencia. Con respecto a las medidas de gestión basadas en el esfuerzo, ocurre algo similar. El régimen de control de esfuerzo implementado desde 2003 en aguas occidentales europeas (CCE, 2003a) fija umbrales mayores a la media de esfuerzo ejercido por la flota española durante el trienio de referencia (2004-2006).

Sin embargo, aunque dirigidas a la conservación de un stock no contemplado en el análisis, el plan de gestión del bacalao (*Gadus morhua*, L. 1758) (CCE, 2004b) incluyen límites de esfuerzo (TAE) que afectan a la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas. Del mismo modo, la prohibición de calar redes de enmalle en zona VII en 2006 afecta directamente a la actividad de la flota española de enmalle de Gran Sol (CCE, 2006c). Aparte de estos dos escenarios reales, se plantearán una serie de escenarios hipotéticos más restrictivos con los que testar la metodología sobre el caso de estudio, conformando los siguientes seis escenarios:

1. **Escenario COD:** Las medidas de conservación del bacalao determinaron para 2007 unos umbrales de esfuerzo en zona VIa de 84 días/buque para la flota de arrastre de fondo con puertas y 173 días/buque para la flota de palangre (CCE, 2007). Respecto a la media del esfuerzo permitido durante el trienio de referencia (CCE, 2003b; 2005; 2006c), estos umbrales suponen una reducción del 21% en el *métier* OTB_MDD_100 ($E_{mult}=0,79$) y 9% en la actividad de LLS_DEF de zona VI, lo que proporciona un 2% de reducción para el total del *métier* LLS_DEF ($E_{mult}=0,98$).

2. **Escenario GNS:** la prohibición del enmalle de fondo en zona VII establecida en 2006 (CCE, 2006c) conllevaría la eliminación del *métier* GNS_DEF_120 ($E_{mult}=0$) y una reducción del 19% del esfuerzo del *métier* GNS_DEF_100 ($E_{mult}=0,81$).
3. **Escenario HKE:** escenario exploratorio que plantea la aplicación retrospectiva, en el año objeto de estudio (2007), del plan de gestión plurianual de merluza actualmente bajo negociación (CCE, 2009c). Las directrices de dicho plan de gestión establecen que, cuando la biomasa reproductora de predicción supere su nivel precautorio (B_{pa}) manteniendo el mismo nivel de presión pesquera (F_{sq}), situación que se estimó se cumplió en el año de estudio (ICES, 2007a), la mortalidad pesquera debe situarse en un valor de $F=0,17$ (Artículo 6). Sin embargo, esta tasa de explotación produciría un descenso en las capturas mayor al umbral permitido en la variación de TAC (Artículo 7). Aplicando esta salvaguarda ($TAC_y - TAC_{y+1} < 10\%$) se obtendría un $TAC=39500$ t, lo que corresponde con una reducción de F del 15% para este stock ($F_{mult}=0,85$).
4. **Escenario GFB:** escenario exploratorio que emplea retrospectivamente parámetros poblacionales resultantes de la evaluación analítica exploratoria realizada en 2010 (ICES, 2010b). El TAC 2007 para esta especie no supone ninguna reducción respecto al año anterior, pero sí respecto a las capturas observadas en el trienio de referencia, lo que implicaría un descenso de la mortalidad pesquera del 12% respecto al trienio de referencia ($F_{mult}=0,88$). El objetivo de este escenario es explorar las interacciones entre las especies demersales y de aguas profundas del caso de estudio.
5. **Escenario POR:** escenario doblemente hipotético que plantea la aplicación retrospectiva de la veda espacio-temporal implementada al sur del banco Porcupine en 2010 (CCE, 2010), al tiempo que emplea parámetros poblacionales derivados de la evaluación analítica exploratoria realizada en 2003 sobre la FU16 de cigala (ICES, 2003a). La parametrización de este escenario, tras calcular el esfuerzo medio ejercido durante el trienio 2004-2006 en la zona afectada durante mayo-julio y resto del año, conduciría a una reducción del 38% del esfuerzo ejercido por el *métier* OTB_CRU_80 ($E_{mult}=0,62$).
6. **Escenario RMS:** escenario hipotético que explora la aplicación simultánea del enfoque de gestión basado en el rendimiento máximo sostenible sobre merluza, gallo del norte y ambos rapes. Asumiendo F_{max}^3 , parámetro proporcionado por los métodos secuenciales empleados en la evaluación de estos stocks, como candidato más aproximado de F_{MSY}^4 , y aplicando un umbral interanual de variación de TAC del 10%, obtendríamos los siguientes multiplicadores de mortalidad pesquera: $F_{HKE}=0,85$, $F_{MEG}=1,16$, $F_{MON}=0,87$, $F_{ANK}=0,89$. Este escenario hipotético tiene la virtud de testar el funcionamiento del método Fcube en una situación restrictiva combinada, es decir donde se aplica una reducción en las posibilidades de captura sobre todos los stocks simultáneamente.

³ Nivel de mortalidad pesquera que maximiza el rendimiento por recluta (*Yield-per-recruit*: YPR) en equilibrio a largo plazo.

⁴ Mortalidad pesquera que conduce a un rendimiento máximo sostenible (*Maximum sustainable Yield*: MSY).

Los análisis, cuyos resultados se presentan en la Sección 5.3, emplean una desagregación de los datos pesqueros españoles conforme a los segmentos de flota y *métiers* DCF expuestos en las Secciones 3.4 y 4.5, respectivamente. De este modo, obtenemos una matriz (Tabla 5.2.3) compuesta por 5 segmentos de flota y 11 *métiers* DCF.

Tabla 5.2.3. Correspondencia entre segmentos de flota y *métiers* DCF de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas tal como se aplicarán en los análisis de gestión de pesquerías mixtas de la Sección 5.3. Las celdas indican el esfuerzo medio anual por buque, respecto al número total de buques por segmento de flota.

<i>Métier</i> DCF	A24	A40	G24	P18	P24
GNS_DEF_100	0	0	27	121	106
GNS_DEF_120	0	0	4	0	0
LLS_DEF	0	0	186	16	33
LLS_DWS	0	0	6	33	23
OTB_CRU_80	16	0	0	0	0
OTB_DEF_100	108	128	0	0	0
OTB_DEF_70	20	0	0	0	0
OTB_DEF_80	45	0	0	0	0
OTB_MDD_100	4	0	0	0	0
OTB_MPD_70	17	47	0	0	0
PTB_DEF_100	30	52	0	0	0

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Escenario COD

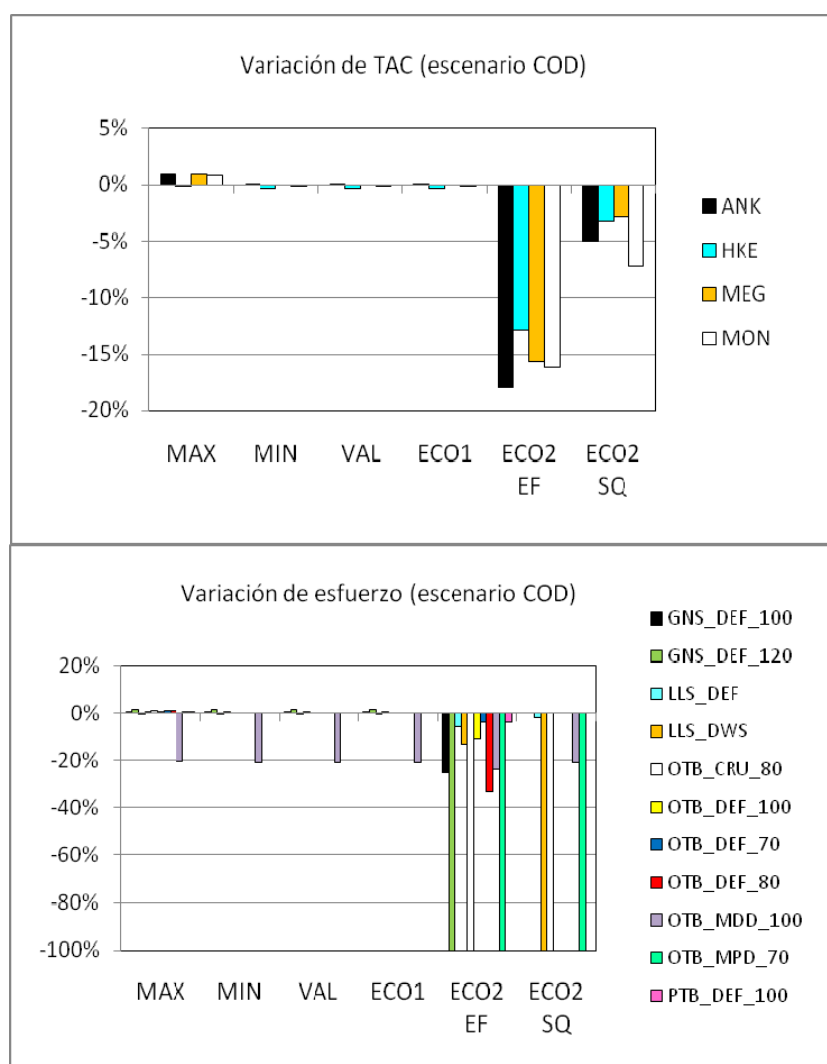
La leve reducción de esfuerzo planteada en este escenario hace que no haya prácticamente diferencias económicas respecto al trienio de referencia (Tabla 5.3.1). En su opción ECO2 resulta más rentable una política de gestión en que se prohíben las capturas de sobrecuota (SQ), siendo descartadas y no vendidas. Con respecto a la variación de cuota por stock, el descenso en las posibilidades de captura producido en las opciones restrictivas (MIN y ECO1) es prácticamente irrelevante (Figura 5.3.1). Por su parte, el ligero aumento de captura en rapes y gallos en el escenario MAX se debe a que la reducción de esfuerzo contemplado en este escenario únicamente afecta a *métiers* DCF monoespecíficos de merluza. Así, ante la posibilidad de maximizar las cuotas, esa reducción de esfuerzo es compensada con aumentos en *métiers* DCF mixtos. Esta situación, sin embargo, no se reproduce en la opción VAL donde, a pesar de basarse también en una maximización de cuota, el leve descenso en ventas de merluza no parece requerir ser compensado por un aumento en las de gallos y rapes. Finalmente, las reducciones en las opciones de optimización económica sin restricción de esfuerzo (ECO2) parecen indicar que la situación descrita en el trienio de referencia puede ser económicamente rentable aún a costa de rebajar los niveles de captura medios. No obstante, los resultados indican que una política de gestión de esfuerzo (EF) conllevaría en este escenario una mayor pérdida en las posibilidades de captura para cualquiera de las cuatro especies que bajo una política de gestión de cuotas (SQ).

Tanto en las opciones Fcube como en la opción ECO1, los niveles de esfuerzo obtenidos por *métier* DCF reflejan fielmente las reducciones aplicadas en el escenario de partida: 21% en arrastre con puertas de zona VI (OTB_MDD_100) y 2% en palangre de fondo (LLS_DEF). Sin embargo, la ausencia de las capturas de los *métiers* eliminados en la opción ECO2 EF (1,6% de las capturas totales del sistema de partida) no justifica la reducción en las cuotas de predicción (14,5%), sino que ésta procede mayormente de otros *métiers* que el sistema de optimización económica requiere disminuir ante el aumento de gastos generados por el transporte a puerto de las capturas de sobrecuota. Debe tenerse en cuenta que la eliminación de OTB_CRU_80 y OTB_MPD_70 pueden deberse a su escaso peso económico en el sistema como resultado de su deficiente caracterización, ya que sus especies objetivo de mayor valor (cigala y salmonete, respectivamente) no han sido incluidas en el análisis. Por su parte, la eliminación de GNS_DEF_120 parece deberse a su bajo nivel de esfuerzo, que no llega al 0,6% del esfuerzo total del enmalle español. Sin embargo, el desigual recorte que la misma opción ECO2 EF provoca en el resto de *métiers* DCF sí podría revelar la necesidad de un ajuste de la actividad pesquera si la actual política de gestión basada en cuotas llegara a ser sustituida por una de control de esfuerzo.

Tabla 5.3.1. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario COD. Ratios de variación económica (ΔB_i) según política de gestión basada en esfuerzo (EF) y capturas (SQ) y ratios de variación de posibilidades de captura por segmento de flota.

Opción	Política de Gestión		Segmento de flota				
	EF	SQ	A24	A40	G24	P18	P24
MAX	0,00	-0,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
MIN	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VAL	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ECO1	0,00	0,00	0,95	0,99	0,98	0,86	0,98
ECO2	-0,10	0,02	0,87/0,95	0,80/0,94	0,85/0,98	0,80/0,98	0,82/0,99

Figura 5.3.1. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario COD, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de cuota por stock (ΔC_s) y ratios de variación de esfuerzo por *métier* DCF (ΔE_m).



5.3.2. Escenario GNS

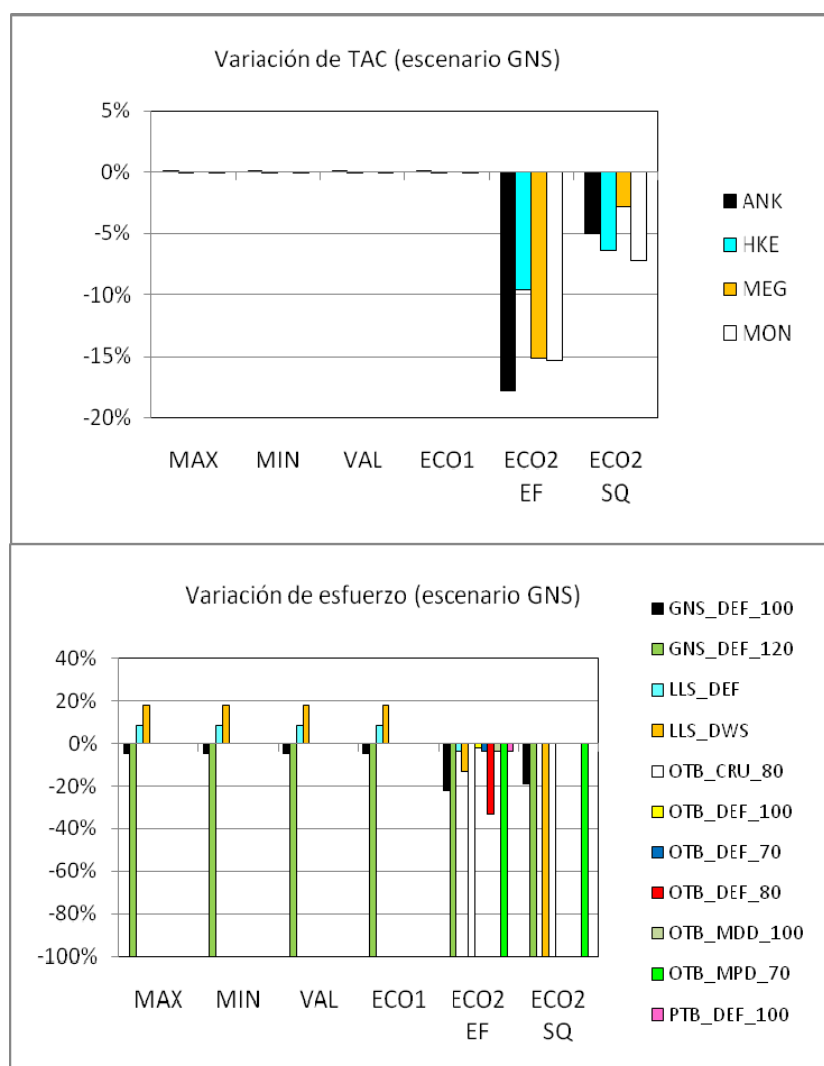
La leve reducción de esfuerzo planteada en este escenario hace que no haya prácticamente diferencias económicas respecto al trienio de referencia (Tabla 5.3.2). Entre las opciones Fcube, ninguno de los stocks incluidos en el escenario sufre reducción alguna en capturas (Figura 5.3.2). Esto se debe, por una parte, a que la flota objetivo de reducción en este escenario, la flota de enmalle, presenta una actividad monoespecífica dirigida a merluza, de modo que no provoca efectos sobre los demás stocks. Por otra parte, la eliminación de la actividad de enmalle en zona VII que plantea este escenario, no llega a rebasar el nivel de infrautilización de cuota de merluza que se observa en el trienio de referencia, explicando el mantenimiento del esfuerzo en todos los segmentos de flota en la opción MIN. Las reducciones de cuota resultantes en las opciones económicas ECO2 parecen evidenciar que la situación de partida en el trienio de referencia puede ser económicamente optimizada rebajando los niveles de captura medios.

Con respecto a la variación de esfuerzo, y tal como era de esperar, las opciones sin optimización económica solamente producen reducciones de esfuerzo en los *métiers* DCF de enmalle. Sin embargo, aunque ésta es total en GNS_DEF_120, en concordancia con la prohibición que plantea el escenario, el nivel de reducción resultante en GNS_DEF_100 se encuentra al 25% del planteado inicialmente en el escenario. Esta situación solo puede ser provocada por el contexto de infrautilización de cuota que describe el trienio de referencia, permitiendo el desvío de esfuerzo hacia el enmalle de otras áreas. Del mismo modo, la desviación de esfuerzo hacia otros *métiers* DCF del mismo segmento de flota de artes fijos provoca los aumentos observados en el palangre dirigido a peces de aguas profundas (LLS_DWS) y el dirigido a peces demersales (LLS_DEF). En el caso de las opciones de optimización económica, la rentabilidad máxima provoca la eliminación de los *métiers* DCF peor caracterizados económicamente de forma similar a la observada en el escenario COD. Sin embargo, la reducción de esfuerzo propuesta para el *métier* GNS_DEF_100 refleja fielmente el nivel de reducción establecido originalmente en este escenario, sin amortiguarlo a causa del margen positivo que permite la cuota de merluza.

Tabla 5.3.2. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario GNS. Ratios de variación económica (ΔB_i) según política de gestión basada en esfuerzo (EF) y capturas (SQ) y ratios de variación de posibilidades de captura por segmento de flota.

Opción	Política de Gestión		Segmento de flota				
	EF	SQ	A24	A40	G24	P18	P24
MAX	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MIN	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VAL	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ECO1	0,00	0,00	0,96	0,99	0,98	0,86	0,98
ECO2	-0,07	-0,02	0,87/0,95	0,90/0,94	0,91/0,94	0,80/0,82	0,82/0,85

Figura 5.3.2. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario GNS, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de cuota por stock (ΔC_s) y ratios de variación de esfuerzo por *métier* DCF (ΔE_m).



5.3.3. Escenario HKE

Este escenario produce mayores pérdidas económicas que los dos anteriores, resultando menores cuando se permite redistribuir el esfuerzo entre *métiers* DCF y las cuotas entre segmentos de flota para maximizar las ganancias totales, tal como permite la opción ECO2, pero también en las opciones de maximización de esfuerzo (MAX y VAL) bajo una política de gestión de esfuerzo (EF), pues la posibilidad de descargar y vender las capturas de sobrecuota permite minimizar la pérdida de beneficios (Tabla 5.3.3). Éstas necesitan superar un 7% la cuota de merluza si se pretende consumir la cuota de los demás stocks, alcanzando un 11,2% cuando se busca la optimización económica bajo una política de gestión de esfuerzo (ECO2 EF) (Figura 5.3.3). Sin embargo, las opciones restrictivas MIN y ECO1 mantienen las posibilidades de captura de merluza, evidenciando la sobredimensión de su TAC en el período de referencia, aunque provocando una reducción lineal del 15% en las cuotas del resto de stocks. Hay que tener en cuenta que, mientras la merluza es una especie común en los desembarcos de todos los *métiers* DCF, gallos y rapes solamente aparecen en los desembarcos de los segmentos de flota de arrastre. Por su parte, las opciones de optimización ECO2 proporcionan diferentes reducciones por stock dependiendo del sistema de gestión imperante. Para la merluza resulta más conservacionista la opción ECO2 bajo un sistema SQ, ya que no produce sobrecuota. Aunque este cumplimiento del TAC no obedece a consideraciones conservacionistas, sino que bajo un contexto de optimización económica resulta más rentable vender la sobrecuota de merluza (EF) que descartarla (SQ).

No es el caso de las opciones de minimización (MIN y ECO1), en las que la reducción de la cuota de merluza que plantea el escenario provoca una reducción lineal del esfuerzo en todos los *métiers* DCF. Las opciones de maximización (MAX y VAL) solamente producen disminuciones en los segmentos de flota formados por *métiers* DCF mono-específicos de merluza. Por su parte, los escenarios ECO2 consiguen la optimización del rendimiento económico en detrimento de los *métiers* DCF de menor interés comercial, aunque con diferencias según el sistema de gestión. Bajo una política SQ, además de la eliminación de OTB_CRU_80 y OTB_MPD_70 ya observada bajo una política EF, también se provoca la desaparición de OTB_MDD_100 y la reducción de PTB_DEF_100, ambos dirigidos a merluza, lo que explica el cumplimiento de su TAC en esta opción.

Tabla 5.3.3. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario HKE. Ratios de variación económica (ΔB_i) según política de gestión basada en esfuerzo (EF) y capturas (SQ) y ratios de variación de posibilidades de captura por segmento de flota.

Opción	Política de Gestión		Segmento de flota				
	EF	SQ	A24	A40	G24	P18	P24
MAX	-0,04	-0,17	1,01	1,01	0,88	0,88	0,88
MIN	-0,12	-0,12	0,86	0,86	0,88	0,88	0,88
VAL	-0,04	-0,17	1,01	1,01	0,88	0,88	0,88
ECO1	-0,12	-0,12	0,82	0,86	0,86	0,75	0,86
ECO2	0,00	-0,03	0,88/0,79	0,91/0,91	0,99/1,00	0,99/1,00	0,99/1,01

Figura 5.3.3. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario HKE, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de cuota por stock (ΔC_s) y ratios de variación de esfuerzo por *métier* DCF (ΔE_m).



5.3.4. Escenario GFB

Entre los resultados económicos, aunque prácticamente imperceptible, solamente se observa una mejora respecto a la media del trienio en la opción de optimización económica ECO2 bajo una política de gestión basado en cuotas (SQ) (Tabla 5.3.4). En este escenario nos encontramos con la particularidad de que el stock limitante, es decir la brótola de fango (GFB), no aparece en las capturas de todos los *métiers* DCF dentro de un mismo segmento de flota, de modo que cuando se aplica una opción restrictiva (MIN y ECO1) la distribución lineal del esfuerzo del algoritmo Fcube predice reducciones también en el esfuerzo de *métiers* que no explotan esta especie. La inclusión de una función de exención de reducción de esfuerzo sobre los *métiers* DCF no dirigidos a brótola de fango reduce este descenso en algo más de la mitad.

Los porcentajes de variación de cuota muestran niveles excedentarios de captura de brótola en las opciones MAX y VAL, pues en ellas los barcos no paralizan la presión pesquera una vez superado el TAC del stock limitante (Figura 5.3.4.a). Sin embargo, las opciones MIN y ECO1 proporcionan diferentes resultados según el algoritmo Fcube empleado. En la versión original del método, la reducción que el escenario asigna a la mortalidad pesquera de la brótola es distribuida de forma lineal sobre todos los demás stocks. Al emplear la versión corregida del algoritmo, esta reducción se ajusta más apropiadamente a los ratios existentes entre brótola y el resto de stocks en cada *métier* DCF. Los escenarios ECO2 proporcionan reducciones de capturas bajo ambas políticas de gestión (EF y SQ), evidenciando un reparto de optimización económica independiente al aumento de capturas.

Respecto a la variación de esfuerzo entre los valores de predicción y los observados, de nuevo son las opciones más restrictivas (MIN y ECO1) las que permiten ilustrar el efecto de incluir o no una función de exención a nivel *métier* en el algoritmo del método Fcube (Figura 5.3.4.b). Mientras que el algoritmo estándar aplica una reducción lineal sobre el esfuerzo de todos los *métiers* del mismo segmento de flota, la inclusión de una función de exención hace que ésta solamente sea aplicada sobre los *métiers* DCF que presentan brótola de fango en sus capturas, “despenalizando” de este modo a los *métiers* DCF de enmalle (GNS_DEF_100 y GNS_DEF_120) y algunos de arrastre con puertas (OTB_DEF_80, OTB_DEF_70, OTB_MPD_70 y PTB_DEF_100). Las opciones ECO2 proporcionan una redistribución del esfuerzo optimizada económicamente que hace desaparecer la actividad de los *métiers* OTB_CRU_80 y OTB_MPD_70. De nuevo, es necesario tener en cuenta que las especies más rentables para estos *métiers* DCF, cigala y salmonetes respectivamente, no están incluidas en el análisis.

Tabla 5.3.4. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario GFB. Ratios de variación económica (ΔB_i) según política de gestión basada en esfuerzo (EF) y capturas (SQ) y ratios de variación de posibilidades de captura por segmento de flota. (Los resultados entre paréntesis fueron obtenidos mediante el algoritmo estándar de Fcube y FcubeEcon).

Opción	Política de Gestión		Segmento de flota				
	EF	SQ	A24	A40	G24	P18	P24
MAX	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MIN	(-0,12)	(-0,12)	(0,88)	(0,88)	(0,88)	(0,88)	(0,88)
	-0,04	-0,04	0,96	0,92	0,90	0,97	0,97
VAL	0,0	-0,01	1,00	1,00	1,00	0,88	1,00
ECO1	(-0,12)	(-0,12)	(0,86)	(0,88)	(0,88)	(0,88)	(0,88)
	-0,04	-0,04	0,93	0,92	0,90	0,97	0,97
ECO2 (EF)	-0,04	0,02	0,87/0,95	0,90/0,94	0,95/0,99	0,97/1,00	0,96/1,00

Figura 5.3.4.a. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario GFB, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de cuota por stock (ΔC_s) y opción resultantes de los análisis Fcube y FcubeEcon usando sus algoritmos estándar y corregido.

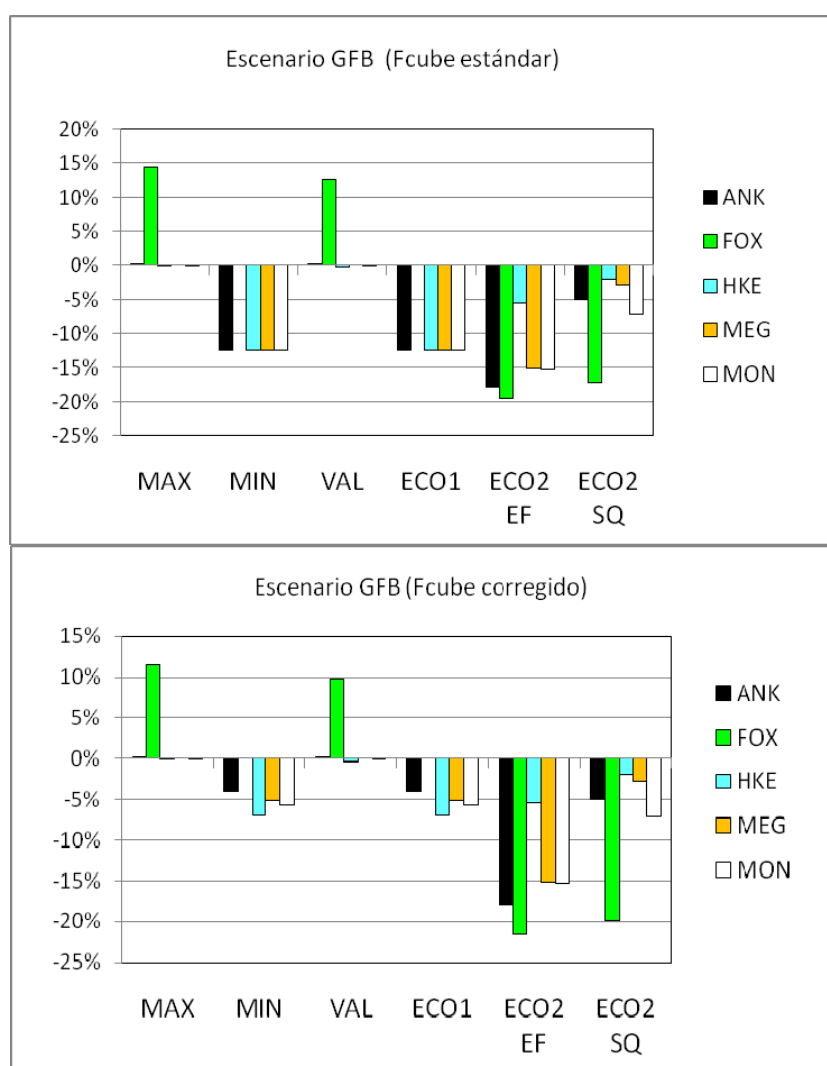
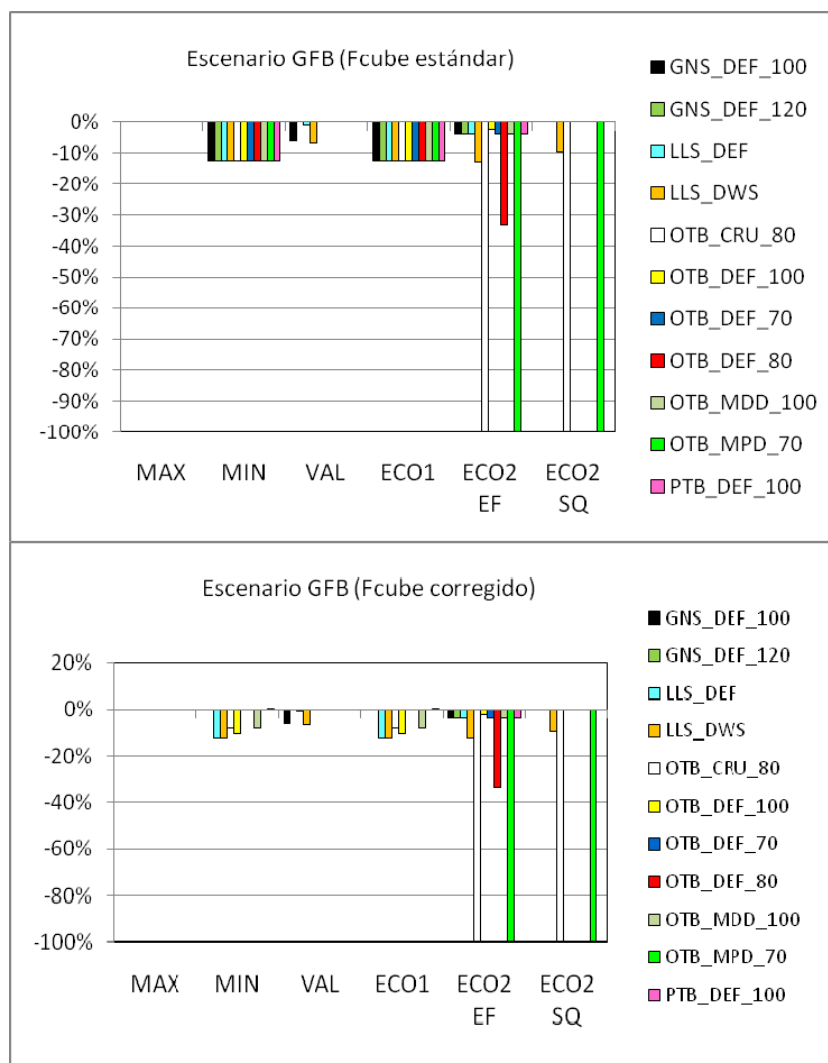


Figura 5.3.4.b. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario GFB, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de esfuerzo (ΔE_m) por *métier* DCF y opción resultantes de los análisis Fcube y FcubeEcon usando sus algoritmos estándar y corregido.



5.3.5. Escenario POR

Los ratios de variación de los rendimientos económicos muestran mayor rentabilidad en las opciones MAX y VAL bajo una política de gestión de esfuerzo (Tabla 5.3.5). Sin embargo, también son estas opciones las que producen las mayores pérdidas bajo una política de gestión de cuotas (SQ), indicando un nivel de gastos por actividad que solo es compensado cuando las capturas excedentarias de cuota pueden ser desembarcadas y vendidas tal como ocurre bajo una política de prohibición de descartes. Las restantes opciones muestran diferencias leves, indicando una situación de partida lo suficientemente ventajosa como para no verse afectada por las limitaciones que establece este escenario.

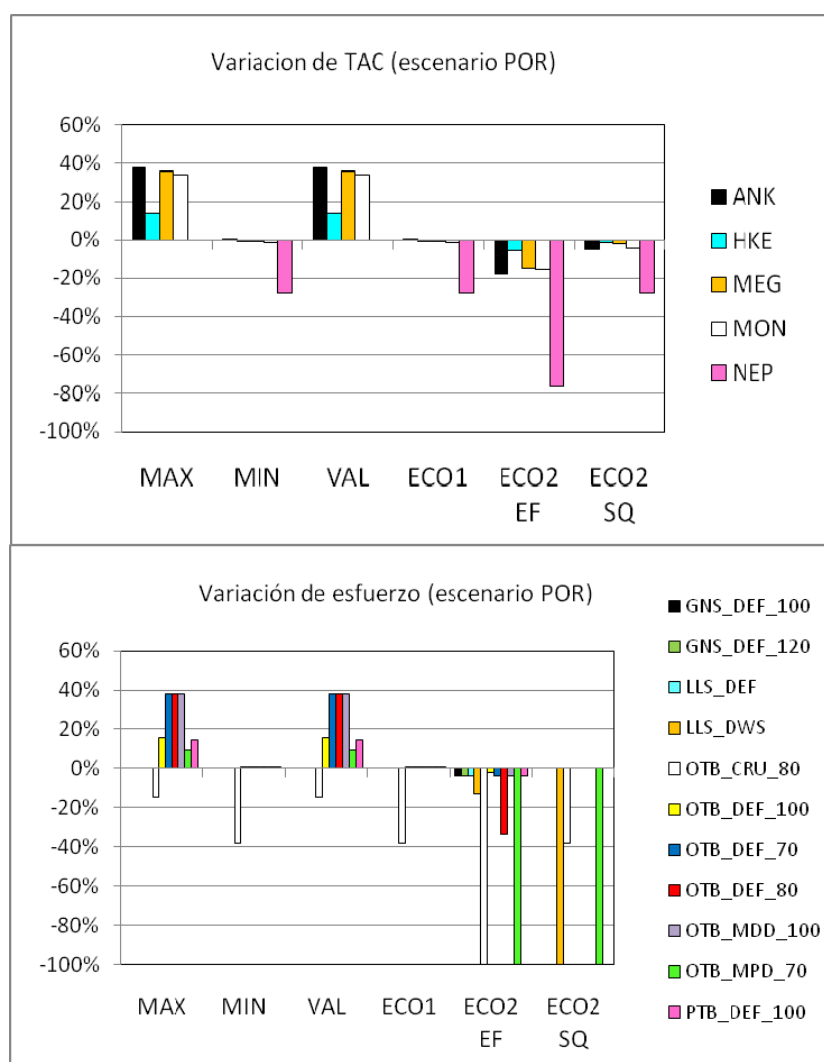
Este escenario no requiere el empleo de la función de exención, ya que se basa en una reducción de esfuerzo. Analizando la variación de cuota, son también las opciones de maximización sin optimización económica (MAX y VAL) las que identifican más claramente el carácter limitante de la cigala en este escenario (Figura 5.3.5). Para mantener las capturas de esta especie en el trienio de referencia, estas opciones producen capturas de sobrecuota de todos los demás stocks: 14% en merluza y más del 30% en gallo y rapes. Estos stocks son capturados principalmente por el segmento de flota A24, explicando que este segmento concentre todo el aumento de capturas resultantes en las opciones MAX y VAL (Tabla 5.3.5). Por su parte, las opciones restrictivas (MIN y ECO1) permiten respetar las cuotas de estas especies mediante una reducción en las capturas de cigala que supera el 25%, menor a la reducción planteada en el escenario sobre el esfuerzo de OTB_CRU_80 (38%). Los resultados de la opción ECO2 proporcionan predicciones de explotación de la cigala muy diferentes según la política de gestión, de modo que en un contexto de prohibición de descartes las posibilidades de captura de esta especie llega a reducirse en más de un 75%.

Con respecto a los niveles de esfuerzo, todas las opciones producen reducciones en el esfuerzo de OTB_CRU_80, aunque con notables diferencias entre ellas. Mientras las opciones MIN y ECO1 transmiten aritméticamente el porcentaje de reducción de esfuerzo establecida en el planteamiento base del escenario, las opciones MAX y VAL solamente lo rebajan un 14%. No obstante, esta minimización en la reducción de esfuerzo viene compensada por una desviación del mismo hacia otros *métiers* DCF que conforman el segmento de flota de arrastre. Teniendo en cuenta la optimización de los rendimientos económicos, a pesar de que ahora se incluyen los precios de venta de la especie objetivo de OTB_CRU_80, es decir la cigala, la opción ECO2 sigue planteando la desaparición de su actividad cuando se aplica bajo una política de control de esfuerzo (EF). No ocurre así, sin embargo, en la opción ECO2 SQ, donde OTB_CRU_80 solamente sufre un nivel de reducción similar al predicho en las opciones MIN y ECO1.

Tabla 5.3.5. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario POR. Ratios de variación económica (ΔB_i) según política de gestión basada en esfuerzo (EF) y capturas (SQ) y ratios de variación de posibilidades de captura por segmento de flota.

Opción	Política de Gestión		Segmento de flota				
	EF	SQ	A24	A40	G24	P18	P24
MAX	0,18	-0,52	1,36	1,00	1,00	1,00	1,00
MIN	-0,01	-0,01	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
VAL	0,18	-0,52	1,36	1,00	1,00	1,00	1,00
ECO1	-0,01	-0,01	0,97	0,99	0,98	0,86	0,98
ECO2	-0,07	0,01	0,86/0,96	0,90/0,94	0,96/1,00	0,96/0,99	0,96/0,99

Figura 5.3.5. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario POR, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de cuota por stock (ΔC_s) y ratios de variación de esfuerzo por *métier* DCF (ΔE_m).



5.3.6. Escenario RMS

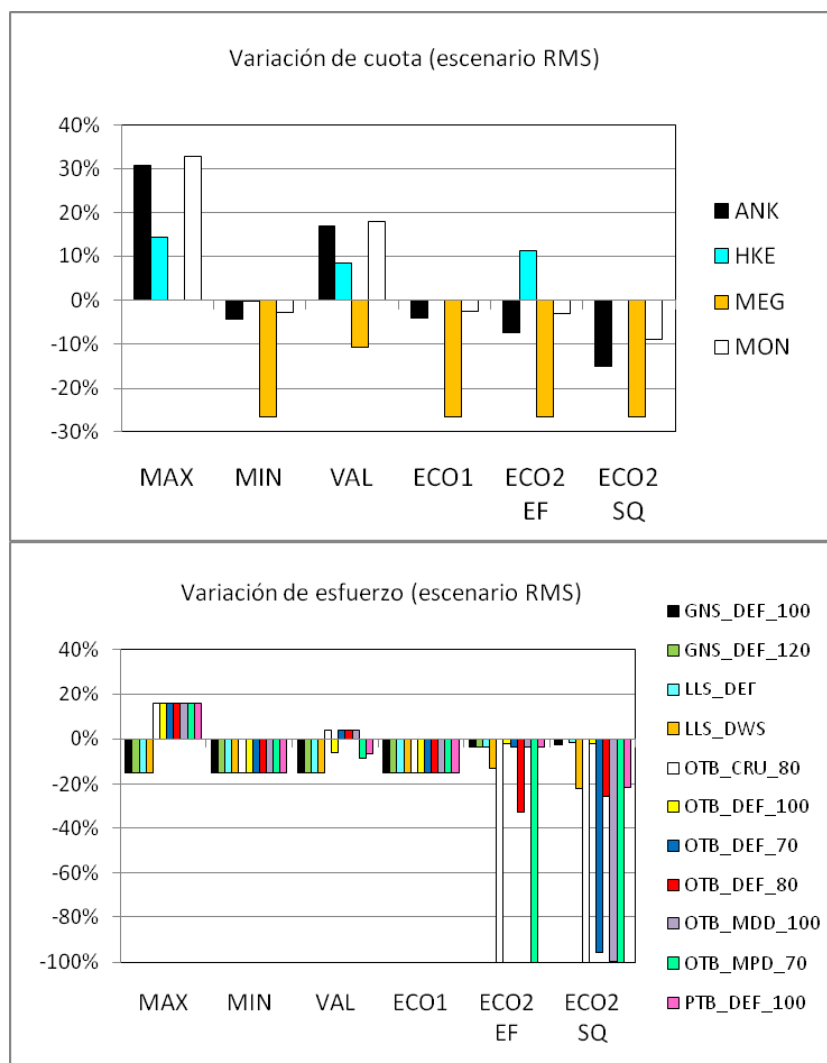
Aunque en este escenario se emplean factores de reducción de F en lugar de factores de esfuerzo, no resulta necesaria la inclusión de una función de exención en el algoritmo Fcube ya que todos los *métiers* presentan stocks bajo contextos de reducción. La variación de beneficios solamente proporciona valores positivos con respecto al trienio de referencia en la opción MAX EF (Tabla 5.3.6). En el resto de opciones, los descensos presentan un amplio rango de resultados, destacando los producidos bajo una política de gestión de cuotas, donde las pérdidas resultantes en las opciones de maximización MAX y VAL superan incluso a las obtenidas en las opciones restrictivas MIN y ECO1. Esto parece indicar una mayor eficiencia económica de las políticas de gestión de esfuerzo en que las capturas excedentarias de cuota pueden ser desembarcadas y vendidas. No ocurre así bajo un planteamiento SQ, en que el gasto de la actividad pesquera no resulta compensado por la venta de desembarcos de sobrecuota.

La Figura 5.3.6, donde se grafica la variación de cuota por escenario y stock, identifica a la merluza como especie limitante, así como al gallo como el stock que marca el umbral máximo de explotación. Al igual que los resultados obtenidos en el escenario HKE, las opciones restrictivas provocan pérdidas en la explotación de gallos y rapes al paralizar la actividad en cuanto es alcanzada la cuota más baja, que en este escenario también resulta ser la de merluza. Sin embargo, en el escenario HKE las pérdidas eran del mismo grado para los tres stocks restantes (15%), y ahora éste varía en función de las interacciones entre *métiers* DCF y ratios entre stocks. El stock con mayor descenso en captura es el gallo, lo que explica que la reducción de posibilidades de captura resultante en la opción MIN sea mayor en los segmentos de flota que lo explotan (Tabla 5.3.6). Por el contrario, las capturas de sobrecuota obtenidas en las opciones MAX y VAL, así como la opción ECO2 bajo una política de gestión de esfuerzo (EF), difieren entre sí. La opción MAX identifica claramente como umbral superior la captura de gallo, mostrando sobreutilización del TAC de los restantes stocks, entre los que destaca el rape blanco con un 33% de sobrecuota. La opción VAL rebaja, aunque manteniendo unas proporciones muy similares entre stocks, los niveles de sobrecuota de la opción MAX en detrimento de las de gallo. La opción ECO2, por su parte, compensa la pérdida de cuota de rapes y gallos con capturas excedentarias de merluza.

Tabla 5.3.6. Resultados de los análisis Fcube y FcubeCon para las cinco opciones consideradas en el escenario RMS. Ratios de variación económica (ΔB_i) según política de gestión basada en esfuerzo (EF) y capturas (SQ) y ratios de variación de posibilidades de captura por segmento de flota.

Opción	Política de Gestión		Segmento de flota				
	EF	SQ	A24	A40	G24	P18	P24
MAX	0,04	-0,40	1,17	1,18	0,88	0,88	0,88
MIN	-0,12	-0,12	0,86	0,86	0,88	0,88	0,88
VAL	-0,03	-0,28	1,05	0,89	0,88	0,88	0,88
ECO1	-0,12	-0,12	0,82	0,86	0,86	0,75	0,86
ECO2	0,00	-0,03	0,88/0,79	0,91/0,92	0,99/1,01	0,99/1,00	0,99/1,01

Figura 5.3.6. Resultados de los análisis Fcube y FcubeEcon para las cinco opciones consideradas en el escenario RMS, según política de gestión (EF y SQ). Ratios de variación de cuota por stock (ΔC_s) y ratios de variación de esfuerzo por *métier* DCF (ΔE_m).



Con respecto al ratio del esfuerzo predicho, mientras las opciones MIN y ECO1 establecen una reducción lineal del 15% para todos los *métiers*, las opciones MAX y VAL penalizan a los *métiers* DCF de artes fijos, permitiendo aumentar el esfuerzo de los desarrollados por la flota de arrastre. Esto se debe a su carácter mono-específico, de modo que las opciones de nivel de esfuerzo entre las que puede escoger la función de maximización solamente se componen de un único valor. Por el contrario, la opción ECO2 mantiene el esfuerzo de las pesquerías de artes fijas, pero elimina parte del arrastre; no solo de *métiers* DCF dirigidos a especies no incluidas en el análisis (OTB_CRU_80 y OTB_MPD_70), sino también otros especializados en los stocks contemplados (OTB_DEF_70 y OTB_MDD_100) cuando se aplica una política SQ.

5.4. DISCUSIÓN

5.4.1. Aspectos metodológicos

Función de exención

El método Fcube necesita una corrección del algoritmo de distribución de esfuerzo que permita “despenalizar” aquellos *métiers* que no explotan la especie limitante. Como se ha podido comprobar con los resultados del escenario GFB, la aplicación del algoritmo estándar de Fcube aplica la reducción de esfuerzo correspondiente a un segmento de flota de forma lineal sobre todos los *métiers* que lo componen. En el caso de existir *métiers* que no explotan el stock del cual deriva la reducción de esfuerzo, esto conduce a un nivel de esfuerzo, y por tanto de capturas, inferiores a las interacciones reales que el sistema permite. La inclusión de una función de exención de reducción de esfuerzo, tal como ha sido testado en el escenario GFB (Sección 5.3.4), evita satisfactoriamente esta inconsistencia del algoritmo original del modelo. Este aspecto no había sido detectado en previas aplicaciones debido probablemente a las características del caso de estudio en que fue desarrollado. La gestión de las pesquerías demersales del mar del Norte resulta fuertemente afectada por las limitaciones a la explotación del bacalao (Ulrich *et al.*, 2009). La presencia generalizada de esta especie en la mayoría de segmentos de flota, bien como especie objetivo o simplemente como especie acompañante, provoca que todas ellas sufran las consecuencias de las restrictivas medidas de gestión que caracterizan la gestión de esta especie, enmascarando así posibles inconsistencias en la distribución del esfuerzo. Sin embargo, en el caso de estudio aquí analizado hay que añadir, a los holgados márgenes de explotación, la coexistencia de segmentos de flota mixtos y monoespecíficos, haciendo más evidente la pérdida de derechos de pesca en segmentos de flota que no deberían verse afectados.

Módulo FcubEcon

La aplicación conjunta de los dos métodos, Fcube y FcubEcon, muestra cómo el uso de escenarios de evaluación y optimización económica amplía la capacidad predictiva del método Fcube. Al realizar una evaluación económica de los escenarios Fcube se gana valiosa información sobre si la distribución de esfuerzo propuesta, la cual puede ser ventajosa desde el punto de vista conservacionista, lo sigue siendo bajo una perspectiva económica. Para empezar, las opciones rodadas mediante el módulo FcubEcon mejoran enormemente la incompleta aproximación económica de la opción VAL del método Fcube, ya que ésta no tiene en cuenta las relaciones reales entre gastos y ganancias, impidiendo el planteamiento de hipótesis de maximización de beneficios. En concreto, el escenario ECO1 proporciona interesantes aportaciones sobre cómo maximizar las ganancias al tiempo que se cumple con las restricciones de esfuerzo o cuota tal como se pretende, por ejemplo, aplicando un esquema de gestión basado en cuotas individuales transferibles (ITQ). Este sistema, aplicado con éxito en Nueva Zelanda (Yande, 2003) y otros países desde hace años, ha sido tradicionalmente

criticado, entre otros aspectos, por conllevar a la privatización de recursos públicos (Hannesson, 2004). Sin embargo, cuando el sistema ITQ es aplicado sobre otro instrumento de gestión que ha estado en uso durante un largo período (como el TAC en aguas comunitarias) su aplicación no implica necesariamente una ruptura total con el *status quo* (del Valle *et al.*, 2006).

Lamentablemente, a pesar del esfuerzo realizado aquí en cuanto a la recopilación de parámetros económicos apropiados con que alimentar el modelo, la incompleta caracterización económica de algunos *métiers* tienen demasiada influencia sobre el conjunto del proceso de optimización hasta el punto de conducir a soluciones drásticas artificiales. Esta influencia es mucho mayor en las opciones ECO2, donde el débil impacto económico de *métiers* pobremente parametrizados, como OTB_CRU_80 y OTB_MPD_70, producen resultados drásticos que conducen a su eliminación total en la mayoría de escenarios analizados. La función de optimización económica requiere que todos los componentes del sistema, segmentos de flota y *métiers*, cuenten con la misma calidad de información de partida. Obviamente, este aspecto no es tanto una debilidad del método FcubeEcon, como de la disponibilidad de la información adecuada con que alimentarlo, y no obedece a inconsistencias metodológicas como las observadas en otras metodologías (Murawski y Finn, 1986). De este modo, la comprobación de las verdaderas posibilidades predictivas de la optimización económica del módulo FcubeEcon pasan por una apropiada parametrización económica del escenario, donde todos los *métiers* deben estar apropiadamente caracterizados. Aparte de la calidad de los datos, el módulo FcubeEcon tienen su propio campo de desarrollo metodológico, como la exploración de aspectos económicos que, a pesar de ser característicos de la explotación pesquera, no han sido considerados hasta ahora. La versión empleada aquí, tomada de Hoff *et al.* (2010), se basa en asunciones de flexibilidad total en la distribución del esfuerzo ente *métiers*, sin contemplar los costes de transacción derivados del intercambio de derechos de captura entre barcos.

Sensibilidad a parámetros de entrada

El proyecto AFRAME, en donde se llevó a cabo el desarrollo metodológico de Fcube, centró buena parte de su actividad en testar la robustez del método mediante análisis de sensibilidad con los que identificar sus principales fuentes de error (Ulrich *et al.*, 2009). Además de pretender evitar reiteraciones, los análisis realizados aquí no incluyeron ese tipo de tests debido a las limitaciones del caso de estudio objetivo. La ausencia de evaluaciones analíticas actualizadas en la mayoría de stocks impidió la realización de análisis retrospectivos con los que cotejar la capacidad predictiva del modelo ante datos reales observados. Por otra parte, esta misma circunstancia impidió realizar análisis de sensibilidad sobre los parámetros biológicos o la capturabilidad, los cuales resultaron identificados como las principales fuentes de error (Ulrich *et al.*, 2009). Los primeros trascienden las mejoras que se pueden realizar dentro del algoritmo del método Fcube, pues dependen únicamente de la calidad de las evaluaciones monoespecíficas a partir de las que son estimados. Sin embargo, la

capturabilidad está íntimamente relacionada con la calidad de la segmentación de flotas y *métiers* empleada. En este sentido, el pormenorizado trabajo realizado aquí en cuanto al conocimiento del comportamiento de flotas (Sección 3) y *métiers* (Sección 4) españoles de aguas europeas atlánticas no ibéricas aporta una mejora cualitativa sin precedentes en el análisis de gestión de pesquerías mixtas realizados hasta la fecha en el caso de estudio (ICES, 2006a, Ulrich *et al.*, 2009).

Otro aspecto importante en la incertidumbre de la capturabilidad tiene que ver con la magnitud elegida en la medida del esfuerzo. Su estimación en días de pesca resulta simple, fácilmente medible y asequible a través de los diarios de pesca. Sin embargo, esta unidad no siempre describe apropiadamente el nivel efectivo de esfuerzo y mantiene a menudo una pobre correlación con la mortalidad pesquera. Su medición en kW*días representa una forma sencilla de corregir algunas diferencias en el poder de pesca relacionado con el tamaño y la potencia de los barcos. Su mejora en la correlación con la mortalidad pesquera (F) ha sido observada principalmente en flotas de arrastre, pero no en flotas de artes fijas (Marchal *et al.*, 2002). Aunque no han sido presentados aquí con el objeto de simplificar la exposición de resultados, los análisis exploratorios realizados usando ambas unidades de esfuerzo (días de pesca vs. kW*días) no mostraron ninguna diferencia. De nuevo, esta similitud de resultados solo puede venir derivada de la calidad de la segmentación de flota empleada que, aunque basada en rangos de eslora, la fuerte correlación entre ésta y la potencia hacen que el ratio de distribución de esfuerzo no sufra variaciones independientemente de que se mida en días o kW*días.

Simultaneidad de medidas de gestión basadas en cuotas y límites de esfuerzo

Los escenarios desarrollados aquí representan una nueva aportación en cuanto a las posibilidades de la metodología Fcube en el caso de estudio. A pesar de estar articulado sobre unidades básicas (*métiers*) que facilitan la conversión entre capturas y esfuerzos a través de la capturabilidad, hasta ahora los escenarios de gestión investigados se habían basado generalmente sobre medidas de control de capturas. Salvo la reciente exploración de los efectos del régimen de control de esfuerzo sobre las pesquerías del mar del Norte (ICES, 2010d), en aguas occidentales europeas nunca se había pasado de aplicar directamente el TAC de los stocks incluidos en el análisis. El análisis de las consecuencias que determinadas políticas de control de esfuerzo pueden llegar a tener sobre flotas y stocks no había sido considerado simultáneamente al de las medidas de control de capturas. Este es un ejemplo de la flexibilidad del algoritmo Fcube, donde además de F_{mult} sobre la mortalidad pesquera de cada stock se pueden emplear E_{mult} con los que constreñir determinados valores en la matriz de esfuerzos por segmento de flota y *métier*. Esto permite, por ejemplo, cotejar la distribución entre segmentos de flota de un TAC mono-específico al tiempo que se valoran las consecuencias de determinadas medidas de gestión de esfuerzo (escenarios COD, GNS y POR).

5.4.2. Particularidades del caso de estudio

Contexto de gestión

A pesar del enorme esfuerzo legislativo que las respectivas instituciones de la Unión Europea y la Administración española han estado haciendo a lo largo de estos últimos años en el campo de la gestión pesquera, la perspectiva global que se obtiene de la actual situación de la mayoría de stocks del área del caso de estudio resulta bastante pobre. De la treintena de stocks presentes en los desembarcos de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas, tan solo un tercio fueron reguladas mediante TAC en 2007 (CCE, 2006a, 2007). Especies de gran importancia comercial para estas flotas, como mendo, pez de San Pedro, congrio o salmonete, carecen de medidas de gestión específicas que busquen su conservación o explotación sostenible. Especies particularmente vulnerables a la sobreexplotación debido a su baja tasa de fecundidad, como muchas especies de aguas profundas, no empezaron a ser reguladas hasta 2003 (CCE, 2002c). Otras de indudable importancia ecológica para sus respectivos ecosistemas, dado el volumen de sus capturas, como las rayas, no se han visto favorecidas por reglamentaciones de control de captura hasta muy recientemente (CCE, 2009c).

A esta situación de escasez legislativa hay que sumar la falta de planes de gestión plurianual sobre los stocks del caso de estudio. Estos planes de gestión fueron uno de los objetivos de gestión que con más énfasis identificó la nueva Política Pesquera Comunitaria (CCE, 2002a). A su objetivo conservacionista de proteger la salud de los stocks se sumaba el de garantizar la sostenibilidad de su explotación pesquera, ampliando a varios años la perspectiva del sector extractivo, a menudo con insuficiente flexibilidad para adaptarse a cambios drásticos debidos a normativas de periodicidad anual. A pesar de ello, en la actualidad no existe ningún plan de gestión plurianual sobre la gestión pesquera de ninguno de los stocks de interés para la flota del caso de estudio. La única excepción la constituye el plan de gestión del stock norte de merluza, cuya propuesta, a pesar de haber sido recientemente aprobada por el Parlamento Europeo (CCE, 2009c), ya está viendo lastrada su ejecución por la ausencia de una base científica apropiada. Sus objetivos de gestión se basan en puntos de referencia precautorios (CCTEP, 2007) inferidos de evaluaciones analíticas estructuradas por edades que ya han sido definitivamente desestimadas por la comunidad científica especializada (Bertignac y de Pontual, 2007). Las recapturas de recientes programas de marcado desarrollados por los institutos IFREMER e IEO pusieron en evidencia la clara infraestimación a la que había conducido la interpretación de la edad a partir de otolitos⁵ (de Pontual *et al.*, 2003, 2006). La reciente aplicación de métodos de evaluación estructurados por tallas parece corroborar lo inapropiado del antiguo patrón de crecimiento (ICES, 2010a), dejando en entredicho los puntos de referencia derivados de

⁵ Materiales sólidos que se encuentran en el sistema vestibular de muchos organismos y que están formados por capas concéntricas de carbonato cálcico, usados por los ictiólogos para determinar la edad del pez.

éste y que en su día fueron empleados como base científica del referido plan de gestión. Además, al contrario del plan de gestión del stock sur de merluza actualmente vigente (CCE, 2005b), en el que también se contempla la gestión de ciertas poblaciones ibéricas de cigala y que, en breve, se pretende ampliar con la incorporación de rapes blanco y negro (ICES, 2010e), el propuesto para el stock norte de merluza tiene un carácter decididamente monoespecífico. Sus objetivos se centran en biomasa umbral de merluza, articulando una serie de medidas de gestión que no contemplan el efecto que éstas puedan tener sobre otros stocks explotados simultáneamente al de merluza, y viceversa.

Los análisis presentados aquí emplean, por primera vez, el método Fcube bajo escenarios de gestión realistas del caso de estudio. Hasta ahora solamente se había explorado las interacciones entre especies sin analizar el funcionamiento del sistema pesquero ante situaciones concretas de limitación de capturas y esfuerzo o acceso a determinadas zonas de pesca. El empleo simultáneo de F_{mult} y E_{mult} , tal como se explicó en el anterior apartado, ha permitido cuantificar las consecuencias de determinadas medidas de gestión de esfuerzo cuyas restricciones fueron en su día aplicadas sin haber realizado análisis científicos previamente. La prohibición de la actividad de enmalle en zona VII, la reducción del esfuerzo de determinadas flotas sospechosas de incidir sobre la biomasa del bacalao en zona VI o el recientemente aprobado coto de Porcupine establecieron medidas concretas sin apoyarse en análisis previos de sus consecuencias. No obstante, una herramienta como Fcube permitiría haber creado una composición más realista de la situación sobre la que poder valorar el efecto de unas y otras sobre la actividad de las flotas y la conservación de los recursos.

Contexto de asesoramiento científico

Como hemos ido viendo a lo largo de la Sección 5.1, la base científica de los stocks de aguas occidentales europeas se encuentra en un momento especialmente crítico. Al número, ya de por sí elevado de stocks sin evaluación ni analítica ni cautelar, hubo que sumar el rechazo de evaluaciones de importantes stocks que hasta entonces habían constituido un referente en los grupos de evaluación pesquera de ICES. Al jurel en 2003 (ICES, 2003b), y gallos y rapes en 2007 (ICES, 2007a), hubo que sumar poco después el stock norte de merluza (ICES, 2009b) que, como se ha visto, constituye una especie común a todos los segmentos de flota y *métiers* de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas. Lamentablemente, la dependencia del método Fcube a los parámetros poblacionales de los stocks contemplados en el análisis reduce este caso de estudio a un contexto en el cual será difícil proporcionar asesoramiento científico a su gestión en los próximos años. El funcionamiento de Fcube con los datos de capturas y esfuerzos es lo suficientemente robusto como para producir resultados interesantes, sin embargo estos se tienen que apoyar sobre parámetros de mortalidad pesquera (F) y biomasa (B) a partir de los que derivar estimaciones apropiadas de capturabilidad (q), de modo que las predicciones finales de captura y esfuerzo resulten aplicables.

La mejora de la evaluación del stock norte de merluza ha dado sus primeros pasos en un grupo de trabajo específico en que investigadores de todo el mundo han sido convocados para decidir el método de evaluación que mejor se podría adaptar a la calidad de los datos existentes. Las grandes incertidumbres observadas en el patrón de crecimiento derivado de la interpretación de lecturas de otolitos han conducido a la elección de un método analítico estructurado en tallas en lugar de edades (ICES, 2010a). No obstante, los resultados de esta aproximación solo han sido aceptados como indicadores relativos, impidiendo inferir valores absolutos de F y B (ICES, 2010c). Esta evaluación requiere de datos de tallas trimestrales con las que inferir el patrón de crecimiento del stock, sin embargo la corta serie temporal disponible (desde 1990) no proporciona un marco lo suficientemente amplio para entender la dinámica del stock y, menos aún, proporcionar una base sólida sobre la que realizar predicciones. Esta situación está todavía menos desarrollada en las evaluaciones de los stocks occidentales de raperos y gallo del norte. Los problemas encontrados en sus respectivas poblaciones, incertidumbre en los índices de DPUE o en la estimación de su crecimiento, no serán abordados hasta la celebración de un grupo de trabajo específico en 2012 (ICES, 2010f). Además de la pérdida de asesoramiento científico en stocks clave, los stocks sujetos a TAC pero que nunca han dispuesto de evaluación analítica también limitan enormemente las posibilidades de aplicación del método Fcube en el caso de estudio. Este deterioro generalizado en la base científica del asesoramiento provocará un retraso inevitable en la intención de ICES de aplicar un enfoque de gestión de pesquerías mixtas en aguas occidentales del modo que ya lo está aplicando en el mar del Norte desde 2009 (ICES 2009c, 2010d).

No obstante, el detallado análisis realizado aquí sobre las interacciones técnicas de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas proporciona una sólida base sobre la que aplicar todas las mejoras que se vayan produciendo en la evaluación analítica de los stocks involucrados. Además, las estimaciones sobre algunos de estos stocks podrían verse mejorados a través del propio modelo. La aproximación más simple sería la de analizar, flota por flota, la correlación entre el esfuerzo y la captura de stocks no evaluados, o bien la relación entre las capturas de stocks evaluados y no evaluados, para luego realizar proyecciones de esfuerzo basándose en estas correlaciones. Otra posible aportación del método Fcube en el proceso clásico de asesoramiento tiene que ver con el “retraso” bienal de éste, ya que se basa en predicciones a corto plazo realizadas sobre un período de evaluación que no incluye el año en curso (referido como “año intermedio” o “año de transición”). Por ejemplo, la evaluación realizada en 2007 sobre un determinado stock a partir de una serie temporal de capturas que finaliza en 2006, proporciona predicciones de explotación para 2008 asumiendo un año de transición sin cambios. Para ayudar a solventar esta circunstancia, los resultados de un primer análisis Fcube podrían ser utilizados como parámetros de entrada del año de transición (2007) en un análisis de predicción monoespecífica y usar estos nuevos resultados (2008) en un análisis Fcube posterior. Esto permitiría obtener predicciones monoespecíficas para 2008 pero teniendo en cuenta las interacciones del sistema de pesquerías mixtas ocurridas en 2007.

Lamentablemente, la falta de evaluaciones de la mayoría de stocks del caso de estudio en 2007 no permitió aplicar aquí este planteamiento, impidiendo testar sus posibilidades de mejora predictiva.

Mejora en la compilación de datos

Varias son las aportaciones que el presente trabajo ha hecho para mejorar la configuración del caso de estudio. Implementaciones anteriores habían hecho mayor hincapié en testar la robustez del método Fcube o la idoneidad de las actuales directrices DCF a la hora de permitir dictaminar un asesoramiento de gestión basado en flotas. Sin tampoco descuidar estos aspectos, el detallado análisis aquí realizado sobre las flotas y *métiers* españoles de aguas europeas atlánticas no ibéricas, establece un punto de inflexión en la calidad informativa de cualquier escenario de gestión bajo el que se las pretenda analizar. Además de una apropiada segmentación de flota, integrando requerimientos comunitarios con necesidades de la Administración española, y una pormenorizada identificación de *métiers* partiendo de una base analítica en lugar de la descriptiva empleada hasta ahora, hay que sumar otras aportaciones. Uno de los mayores problemas en las previas configuraciones de este caso de estudio consistieron en la ponderación de las capturas hasta los niveles de las estimaciones científicas presentadas a los grupos de evaluación de ICES (Ulrich *et al.*, 2009). Con el objetivo de automatizar un proceso especialmente engorroso, se intentaron algoritmos de ponderación bajo diferentes opciones, por flota o país, sin profundizar en las diferentes características de cada *métier*. El motivo fundamental de las inconsistencias en las declaraciones de captura en los diarios de pesca se produce al pretender evitar posibles penalizaciones debidas a determinadas medidas de gestión. Como éstas dependen del stock o el tipo de arte empleado, la calidad de las declaraciones varía considerablemente por *métier*. La compilación de datos empleada en esta tesis ha tenido en cuenta este aspecto, realizando ponderaciones individualizadas a partir del detallado cotejo de algunos *métiers* y las unidades de flota empleadas como índices de calibración en las respectivas evaluaciones (ICES, 2007a).

Otro aspecto también importante en la compilación de datos se refiere al ratio empleado para separar especies cuya captura comercial aparece agregada a nivel de Género o Familia. En el caso de los rapes, por ejemplo, en trabajos previos (ICES, 2008; Ulrich *et al.*, 2009) el ratio de especies de la pesquería internacional fue aplicado linealmente sobre todo los componentes del sistema pesquero. Como se ha descrito en la Sección 4, las diferencias entre la distribución batimétrica de rapes blanco y negro proporciona ratios muy diferentes entre algunos *métiers* de arrastre españoles. De hecho, parte de los resultados obtenidos en antiguos análisis veían dificultada su interpretación porque uno de ambos rapes actuaba siempre como especie limitante enmascarando la verdadera interacción entre stocks del sistema pesquero (Ulrich *et al.*, 2009).

Las mejoras aportadas en segmentación de flota e identificación de *métiers* son de gran importancia. Respecto a intentos anteriores (ICES, 2008; Ulrich *et al.*, 2009), la segmentación aquí empleada no solo se plantea sobre una base analítica reproducible año tras año, sino que también hace inclusión por primera vez de segmentos no contemplados con anterioridad, como la flota de artes fijas menor de 100 TRB. Otro aspecto no abordado con anterioridad es la integración simultáneamente del criterio comunitario y nacional en la segmentación de la flota española. El uso de LOA, tal como viene determinado por el actual marco europeo de recopilación de datos pesqueros (DCF), permite la integración de datos económicos. Sin embargo, al integrar también el criterio de ordenación de flotas de la Administración española se permite reproducir más fielmente las posibilidades de distribución de esfuerzo entre *métiers* de un mismo segmento de flota.

Escenarios

El contexto poco restrictivo del caso de estudio hace que una situación de *statu quo* en el nivel de esfuerzo no produzca ninguna reducción significativa en las posibilidades de captura, lo que resulta fundamental para profundizar en el comportamiento del método Fcube. Uno de los criterios de mayor importancia que se ha querido respetar a la hora de seleccionar escenarios alternativos ha sido el de alcanzar la mayor verosimilitud posible con respecto al contexto real de gestión en la zona. Los escenarios COD y GNS reproducen situaciones concretas de limitación de esfuerzo a las que en su momento se han tenido que enfrentar algunos segmentos de flota españoles, aunque luego algunos han podido resultar exentos por diversas circunstancias. Esto no quita valor al análisis pues cuantifica por vez primera las consecuencias que ambas medidas podrían haber tenido sobre las posibilidades de pesca reales de estas flotas. En el caso del escenario COD, el plan de gestión plurianual para los stocks de bacalao (CCE, 2008) articuló un protocolo de solicitud de exclusión mediante la presentación de informes científicos pertinentes. En 2010, la flota española de arrastre quedó exenta de dicha reducción tras haber demostrado su escasa incidencia sobre la población de bacalao. Sin embargo, para quedar también exenta, la flota de palangre deberá someterse todavía a un programa de muestreo a bordo cuyos resultados permitan demostrar su nula incidencia sobre el stock de bacalao en zona VI. Por su parte, la prohibición considerada en el escenario GNS fue consecuencia de las conclusiones de un informe científico relativo a los efectos del enmalle sobre las especies de aguas profundas al generalizar sus conclusiones al total de la flota de enmalle de fondo que operaba en dichas zonas (Hareide *et al.*, 2005). Posteriormente, un informe científico español pudo demostrar la escasa incidencia de la flota española de enmalle sobre especies de aguas profundas (CCTEP, 2006), permitiendo su reapertura a partir de junio de 2006. En otro orden de cosas, el escenario POR adelanta a 2007 una medida de gestión recientemente implementada en 2010 (CCE, 2010), lo cual resulta aventurado si añadimos la incertidumbre de los parámetros poblacionales usados para este stock (ICES, 2003a). No obstante, la similitud del contexto pesquero en ambos períodos proporciona, a pesar de su carácter exploratorio, un gran interés a los resultados obtenidos. En ellos se

puede visualizar mejor cómo la reducción de la actividad de OTB_CRU_80 es desviada hacia otros *métiers* del mismo segmento de flota. También resulta interesante la enorme diferencia económica de aplicar una opción MAX bajo una política de gestión de esfuerzo (EF) en que se permite el desembarco y venta de las capturas excedentarias (+18%) o bajo una política de gestión por cuotas (SQ) en que la sobrecuota debe ser descartada (-52%).

El escenario HKE debe considerarse también exploratorio ya que, aunque se basa en un contexto real de gestión, acorde al plan de gestión plurianual de este stock (CCE, 2009c), los cambios recientes en la evaluación analítica de este recurso seguramente provocarán que éste no llegue a implementarse (ICES, 2010e). No obstante, los resultados obtenidos revelan las consecuencias de una reglamentación conservacionista sobre una especie común a todos los segmentos de flota del sistema. Las características de la actividad pesquera de la flota española del caso de estudio hacen coexistir *métiers* mixtos y monoespecíficos, de los cuales la merluza es la especie común. De este modo, las opciones menos conservacionistas (MAX y VAL) muestran cómo una medida de este tipo afectaría exclusivamente a los segundos (GNS_DEF_100 o LLS_DEF) cuando pertenecen a un segmento de flota también monoespecífico (G24 o P18), pero no si, aun tratándose de un *métier* monoespecífico (PTB_DEF_100), comparte segmento de flota con *métiers* mixtos (A24).

El escenario GFB, por sus características, ha resultado especialmente útil para comprobar la consistencia predictiva del método Fcube. A pesar de emplear parámetros poblacionales inapropiados, la relación entre stocks derivados de las interacciones técnicas entre segmentos de flota y *métiers* ha permitido detectar las inconsistencias en el algoritmo de distribución del esfuerzo cuando el stock limitante no se encuentra en la captura de todos ellos. Este escenario también ha permitido una primera aproximación a las interacciones entre especies demersales y de aguas profundas presentes en el caso de estudio. Su presencia en los desembarcos de ambos *métiers* de palangre (LLS_DEF y LLS_DWS), así como en algunos de arrastre (OTB_MDD_100 o OTB_DEF_100), provoca diferente pérdida de capturas en los restantes stocks, siendo mayores en merluza por resultar común a todos ellos.

Finalmente, aunque también exploratorio por aplicar umbrales de gestión ficticios, el escenario RMS proporciona la posibilidad de cotejar simultáneamente las interacciones de los principales stocks del sistema pesquero del caso de estudio. Las opciones más permisivas (MAX y VAL) identifican claramente la captura de gallo como umbral inferior, ya que ni la posibilidad de maximizar el esfuerzo proporciona aumentos en el desembarco de este stock. Al mismo tiempo, la merluza aparece como umbral superior en las opciones MIN y VAL, cuyas respectivas restricciones de esfuerzo solamente conllevan a pérdidas en las posibilidades de captura de gallo y rape negro. De este modo, en el caso de implementar un plan de gestión plurianual mixto basado en el rendimiento máximo sostenible, el reajuste de cuotas provocaría las mayores pérdidas en las de gallo.

5.4.3. Aplicabilidad en el proceso de gestión pesquera de la Unión Europea

Principio de estabilidad relativa

Los resultados obtenidos permiten comprobar que la asunción de que el método Fcube es respetuoso con el principio de estabilidad relativa no resulta completamente cierta. A pesar de haber usado solamente *métiers* españoles, el papel jugado por sus segmentos de flota dentro del algoritmo de distribución de esfuerzo es similar al que representan los segmentos de “flota-país” empleados en otros casos de estudio. Los resultados obtenidos, favorecidos por las características del caso de estudio donde flotas mixtas comparten caladero con otras monoespecíficas, hacen que el ratio de distribución de cuota no sea siempre respetado. No obstante, a diferencia de antiguas herramientas con procesos de optimización como el método MTAC, el método Fcube proporciona resultados razonables en los que el margen de variación entre flotas solamente llega a valores máximos ($\approx 30\%$) en las opciones de maximización (MAX y VAL) de los escenarios exploratorios POR y RMS. Estos constituyen escenarios particulares en que solamente un segmento de flota se ve afectado por las medidas de gestión (escenario POR) o, por el contrario, éstas afectan a todos los stocks del sistema (escenario RMS) provocando diferentes consecuencias en segmentos monoespecíficos (G24, P24 y P18) y mixtos (A24 y A40).

Paradójicamente, las opciones de optimización económica del módulo FcubEcon, cuya libertad a la hora de distribuir el esfuerzo es mucho más susceptible de producir resultados que violen cualquier mecanismo rígido de reparto previamente establecido, no han superado el 26% de variación entre segmentos de flota obtenido en la opción ECO2 SQ del escenario RMS. Obviamente, las opciones de cálculo del módulo FcubEcon no están constreñidas por el principio de estabilidad relativa, permitiendo explorar el comportamiento del sistema bajo nuevos enfoques de gestión, como la inclusión de cuotas individuales transferibles (ITQ).

Evaluación de estrategias de gestión (MSE)

Los nuevos objetivos de gestión pesquera en ICES pasan por el desarrollo de herramientas con las que realizar evaluaciones de estrategias de gestión (MSE) (Hilborn, 2003). Los pasos dados en esta dirección están permitiendo el desarrollo de herramientas metodológicas (Kell *et al.*, 2007) que se pueden ver ampliamente beneficiadas con la inclusión de algoritmos predictivos basados en flotas. Las proyecciones a largo plazo de este nuevo tipo de aportaciones matemáticas pueden ser ampliadas mediante la inclusión de predicciones deterministas a corto plazo que incluyan la complejidad de interacción entre stocks y flotas-*métiers* que el resto del proceso podría obviar (Ulrich *et al.*, 2008).

Exploración de posibilidades de pesca a nivel nacional

El enfoque planteado aquí muestra las ventajas de la metodología Fcube en aplicaciones no exploradas hasta ahora, como lo es su empleo en la distribución racionalizada de las posibilidades de explotación a nivel nacional o empresarial. La cada vez más compleja reglamentación pesquera europea, donde en ocasiones los umbrales de captura y esfuerzo son implementados por separado, conduce a situaciones confusas en que tanto los pescadores como las Administraciones de sus respectivos Estados miembros experimentan serias dificultades a la hora de su cumplimiento. Ante situaciones de este tipo, la exploración previa de sus consecuencias bajo diferentes escenarios puede resultar extremadamente útil a la hora de adaptar más eficazmente las características de un determinado sector pesquero a las directrices reglamentarias comunitarias.

5.5. CONCLUSIONES

Tradicionalmente, el asesoramiento científico de la gestión pesquera se ha apoyado en análisis biológicos y económicos independientes. Por un lado, el asesoramiento biológico se ha centrado sobre los stocks, contemplando solo de forma incidental las flotas que los explotan en el contexto de la regulación técnica de los artes o los tamaños de malla (Reeves *et al.*, 2008). Por otro lado, el asesoramiento económico ha considerado generalmente solamente a las flotas, usando los stocks explotados únicamente para el cálculo de la rentabilidad de los barcos (Frost *et al.*, 2009). Aunque los intentos de combinar flotas y *métiers* de forma integrada en un mismo análisis no son nuevos (Laurec *et al.*, 1991), el reconocimiento de considerar ambos conceptos de forma complementaria en un contexto operativo de gestión no ha surgido hasta hace muy poco (CCE, 2009d). Estos dos conceptos son la piedra angular del método Fcube, de modo que el desarrollo de esta metodología, tanto matemáticamente como en su adaptación a diferentes casos de estudio, resulta especialmente oportuno en un momento de cambios estratégicos en el planteamiento de la gestión pesquera en aguas europeas.

Los análisis realizados aquí han permitido profundizar en una serie de cuestiones metodológicas. Por una parte, la inclusión de una función de exención de reducción de esfuerzo en el algoritmo estándar del método Fcube ha mostrado las posibles inconsistencias que podían estar produciéndose en la distribución del esfuerzo entre *métiers* en otros casos de estudio que, probablemente por su complejidad, habían quedado enmascarados sin que hubieran sido detectados. Por otro lado, algunas de las posibilidades que ofrece el empleo de las mortalidades pesqueras parciales con que trabaja el método Fcube no habían sido anteriormente exploradas, como la concentración del análisis que se hace aquí sobre un subgrupo determinado de flotas dentro del conjunto del sistema pesquero. Este aspecto permite centrar los análisis sobre determinados segmentos de flota en cuyo conocimiento se necesite profundizar, sin necesidad de disponer de la estructura pormenorizada del resto. En otro orden de cosas, la integración simultánea de medidas de gestión de captura (TAC) y esfuerzo (TAE) en un mismo escenario de gestión amplía considerablemente las posibilidades predictivas del método Fcube, lo que resulta especialmente interesante en un contexto de gestión tan complejo como es el empleado en aguas de la Unión Europea.

Lamentablemente, a pesar del ingente esfuerzo que tanto ICES como los laboratorios nacionales realizan para proporcionar una sólida base científica a las instituciones comunitarias encargadas de la toma de decisiones en la gestión de recursos pesqueros, nos encontramos que algunos de los más importantes stocks demersales de aguas occidentales europeas se hallan en una situación de profunda incertidumbre científica. Stocks como los occidentales de gallo norte y rapes continúan sin una evaluación analítica de sus respectivas poblaciones desde 2007, a cuya situación hay que sumar el

stock norte de merluza desde 2010. Recientemente, ICES ha hecho importantes avances en la integración del enfoque de gestión de pesquerías mixtas en su proceso rutinario de asesoramiento (ICES, 2009c). Sin embargo, el diferente grado de desarrollo analítico entre regiones pesqueras ha hecho que estos hayan sido hasta ahora concentrados exclusivamente en el mar del Norte. Tanto la compilación de información como los análisis llevados a cabo en el presente trabajo constituyen un gran avance en el desarrollo de la gestión de pesquerías mixtas en aguas occidentales europeas. Una vez superados los problemas detectados en la evaluación analítica de algunos stocks, los resultados aquí ofrecidos permitirán implementar fácilmente los objetivos de la nueva Política Pesquera Común sobre las pesquerías de aguas occidentales europeas.

BIBLIOGRAFÍA Sección 5

- APV. 2004. Memoria anual del puerto/ Annual Port Report 2004. Autoridad portuaria de Vigo. Ministerio de Fomento: 160 pp.
- APV. 2005. Memoria anual del Puerto de vigo/ Annual port report 2005. Autoridad portuaria de Vigo. Ministerio de Fomento: 161 pP
- APV. 2006. Informe anual/ Annual report 2006. Autoridad Portuaria de Vigo. Ministerio de Fomento: 173 pp.
- Abauza, P., Murta, A.G., Campbell, N., Cimmaruta, R., Comesaña, A.S., Dahle, G., García Santamaría, M.T., Gordo, L.S., Iversen, S.A., MacKenzie, K., Magoulas, A., Mattiucci, S., Molloy, J., Pinto, A.L., Quinta, R., Ramos, P., Sanjuan, A., Santos, A.T., Stransky, C. y Zimmermman, C. 2008. Stock identity of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean Sea: integrating the results from different stock identification approaches. *Fisheries Research*, 89: 196-209.
- Azevedo, M., Cardador, F., Costas, G., Duarte, R., Fariña, A.C., Landa, J. y Sampedro, M.P. 2008. Improving the quality of southern anglerfish stocks assessment (ABA). Final Report. UE DG FISH/2004/03-22, 131 p.
- Bertignac, M., y de Pontual, H. (2007). Consequences of bias in age estimation on assessment of the northern stock of European hake (*Merluccius merluccius*) and on management advice. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 8p.
- Casas, J.M. y Piñeiro, C., 2000. Growth and age estimation of greater fork-beard (*Phycis blennoides*, Bruennich, 1768) in the north and northwest of the Iberian Peninsula (ICES Division VIIIc and IXa). *Fisheries Research*, 47: 19-25.
- Casey, J. y Pereiro, J. 1995. European Hake (*Merluccius*) in the North-east Atlantic. En "Hake: Biology, Fisheries and markets": 125-147. Eds. J. Alheit y T.J. Pitcher. Chapman & Hall, Londres. 478 pp.
- CCE. 1992. Reglamento (CEE) nº 3760/92 del Consejo de 20 de diciembre de 1992 por el que se establece un régimen comunitario de la pesca y la acuicultura. DO L389, 31.12.92, p 1.
- CCE. 1993. Reglamento (CEE) nº 2847/93 del Consejo de 12 de octubre de 1993 por el que se establece un régimen de control aplicable a la política pesquera común. DO L261, 20.10.93, p.1.
- CCE. 1996. Reglamento (CE) nº 847/96 del Consejo de 6 de mayo de 1996 por el que se establecen condiciones adicionales para la gestión anual de los TAC y las cuotas. DO L 115, 09.05.96, p. 3.
- CCE. 1998. Reg. CE nº 850/1998 Reglamento (CE) No 1162/2001 de la Comisión de 14 de junio de 2001 por el que se establecen medidas encaminadas a la recuperación de la población de merluza en las subzonas CIEM III, IV, V, VI y VII y en las divisiones CIEM VIIIa,b,d,e y las condiciones correspondientes para el control de las actividades de los buques pesqueros. DO L125, 27.04.98, 1-36 pp.
- CCE. 2001a. Reglamento (CE) nº 1162/2001 de la Comisión de 14 de junio de 2001 por el que se establecen medidas encaminadas a la recuperación de la población de merluza en las subzonas CIEM III, IV, V, VI y VII y en las divisiones CIEM VIIIa, b, d, e y l as condiciones correspondientes para el control de las actividades de los buques pesqueros. DO L159, 15.06.01, 4-9 pp.
- CCE. 2001b. Reglamento (CE) nº 2602/2001 de la Comisión de 27 de diciembre de 2001 por el que se establecen medidas técnicas adicionales encaminadas a la recuperación de la población de merluza en las subzonas CIEM III, IV, V, VI y VII y en las divisiones CIEM VIIIa,b,d,e. DO L345, 29.12.01, 49-51 pp.
- CCE. 2002a. Reglamento (CE) nº 2371/2002 del Consejo de 20 de diciembre de 2002 sobre la conservación y la explotación sostenible de los recursos pesqueros en virtud de la política pesquera común. DO L 358, 31.12.02, 59-80 pp.
- CCE. 2002b. Reglamento (CE) nº 494/2002 de la Comisión de 19 de marzo de 2002 por el que se establecen medidas técnicas adicionales encaminadas a la recuperación de la población de merluza en las subzonas CIEM III, IV, V, VI y VII y en las divisiones CIEM VIIIa,b,d,e. DO L77, 20.03.02, 8-10 pp.
- CCE. 2002c. Reglamento (CE) nº 2340/2002 de 16 de diciembre de 2002 que fija, para 2003 y 2004, las posibilidades de pesca de determinadas poblaciones de peces de aguas profundas por parte de los buques pesqueros comunitarios. DO L356, 31.12.02, 1-11 pp.
- CCE. 2003a. Reglamento (CE) nº 1954/2003 del Consejo de 4 de noviembre de 2003 sobre la gestión del esfuerzo pesquero en lo que respecta a determinadas zonas y recursos pesqueros comunitarios, por el que se modifica el Reglamento (CEE) no 2847/93 y se derogan los Reglamentos (CE) no 685/95 y (CE) no 2027/95. DO L289, 07.11.03, 1-7 pp.
- CCE. 2003b. Reglamento (CE) nº 2287/2003 del Consejo de 19 de diciembre de 2003 por el que se establecen, para 2004, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea

- necesario establecer limitaciones de capturas. DO L 344, 31.12.03, 1-119 pp.
- CCE. 2004a. Reglamento (CE) nº 811/2004 del Consejo de 21 de abril de 2004 por el que se establecen medidas para la recuperación de la población de merluza del Norte. DO L150, 30.04.04, 1-11 pp.
- CCE. 2004b. Reglamento (CE) nº 423/2004 del Consejo de 26 de febrero de 2004 por el que se establecen medidas para la recuperación de poblaciones de bacalao. DO L70, 09.03.04, 8-11 pp.
- CCE. 2005a. Reglamento (CE) nº 27/2005 del Consejo de 22 de diciembre de 2004 por el que se establecen, para 2005, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas. DO L12, 14.01.05, 1-151 pp.
- CCE. 2005b. reglamento del Consejo (CE) nº 2166/2005, de 20 de diciembre de 2005, que establece medidas para la recuperación de merluza sur y los stocks de cigala del Cantábrico y oeste de la península Ibérica y corrige el reglamento (CE) nº 850/98 para la conservación de recursos pesqueros mediante medidas técnicas para la protección de juveniles de los organismos marinos. DO L345, 28.15.05, 5-10 pp.
- CCE. 2006a. Reglamento (CE) nº 2015/2006 del Consejo de 19 de diciembre de 2006 que fija, para 2007 y 2008, las posibilidades de pesca de determinadas poblaciones de peces de aguas profundas por parte de los buques pesqueros comunitarios. DO L384, 29.12.06, 28-37 pp.
- CCE. 2006b. Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre la «Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo — Aplicación de la sostenibilidad de la pesca en la UE a través del rendimiento máximo sostenible». COM(2006) 360 final. (2007/C 168/07).
- CCE. 2006c. Reglamento nº 51/2006 del Consejo de 22 de diciembre de 2005 por el que se establecen, para 2006, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas. DO L16, 20.01.06, 1-183 pp.
- CCE. 2007. Reglamento (CE) nº 41/2007 del Consejo de 21 de diciembre de 2006 por el que se establecen, para 2007, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas. DO L15, 20.01.07, 1-213 pp.
- CCE. 2008. Reglamento (CE) nº 1342/2008 del Consejo de 18 de diciembre de 2008 por el que se establece un plan a largo plazo para las poblaciones de bacalao y las pesquerías que las explotan, y se deroga el Reglamento (CE) nº 423/2004. DO L348, 24.12.08, 20-33 pp.
- CCE. 2009a. Reglamento (CE) nº 1145/2009 de la Comisión, de 26.11.2009, por la que se prohíbe la pesca de tiburones de aguas profundas en las zonas V, VI, VII, VIII y IX (aguas comunitarias y aguas no sujetas a la soberanía o jurisdicción de terceros países) por parte de los buques que enarbolan pabellón de España. DO L312, 27.11.09, 38-39 pp.
- CCE. 2009b. Reglamento (CE) nº 43/2009 del Consejo de 16 de enero de 2009 por el que se establecen, para 2009, las posibilidades de pesca y las condiciones correspondientes para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas comunitarias y, en el caso de los buques comunitarios, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas. DO L21, 26.01.10, 1-120.
- CCE, 2009c. Propuesta de reglamento del Consejo por el que se establece un plan a largo plazo para la población de merluza del Norte y las pesquerías que explotan dicha población. COM(2009) 122 final, 20 pp.
- CCE. 2009d. Green Paper. Reform of the Common Fishery Policy. COM(2009)163, 28 pp.
- CCE. 2010. Reglamento (UE) nº 23/2010 del Consejo de 14 de enero de 2010 por el que se establecen, para 2010, las posibilidades de pesca para determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces, aplicables en aguas de la UE y, en el caso de los buques de la UE, en las demás aguas donde sea necesario establecer limitaciones de capturas y se modifican los Reglamentos (CE) no 1359/2008, (CE) no 754/2009, (CE) no 1226/2009 y (CE) no 1287/2009. DO L21, 26.01.10, 1-120 pp.
- CCETP. 2006. Report of the Working Group on Deep-sea Gillnet Fisheries. STECF ADHOC-06-01, Brussels, 11-14 July, 2006: 62 pp.
- CCETP. 2007. Northern hake long-term management plans. Lisboa, 4 a 8 de junio de 2007. Informe de la reunión del subgrupo sobre el equilibrio entre los recursos y su explotación del Comité Científico, Técnico y Económico de la Pesca. 129 pp.
- Chapman, C.J. 1980. Ecology of juvenile and adult *Nephrops*. En *"The biology and management of lobsters"*, Cobb, J.S. y Philips, B.F. (Eds.). Academic Press, London, pp. 143-178.

- Cohen D.M., Inada, T., Iwamoto, T., Scialabra, N., 1990. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis, No. 125, 10: 1-442.
- Darby, C.D. y Flatman, S. 1994. Virtual Population Analysis: version 3.1 (Windows/DOS) user guide. Info. Tech. Ser., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, (1): 85 pp.
- De Oliveira, J.A., Darby, C.D. y Roel B.A. 2010. A linked separable-ADAPT VPA assessment model for western horse mackerel (*Trachurus trachurus*), accounting for realized fecundity as a function of fish weight. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 916-930.
- De Pontual, H., Bertignac, M., Battaglia, A., Bavouzet, G., Moguedet, P. y Groison, A.L. 2003. A pilot tagging experiment on European hake (*Merluccius merluccius*): methodology and preliminary results. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 1318-1327.
- De Pontual, H., Groison, A.L., Piñeiro, C. y Bertignac, M. 2006. Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1674-1681.
- Del Valle, I., Hoefnagel, E., Astorkiza, K. y Astorkiza, I. 2006. Right-based fisheries management. En "The knowledge base for fisheries management", L. Motos y D.C. Wilson (Eds.). ELSEVIER, Developments in aquaculture and fisheries science, Vol. 36: 454 pp.
- Ellis, J. R., Burt, G. y S. I. Rogers, 2007. Epifaunal sampling in the Celtic Sea. Conferencia Científica Annual de ICES, septiembre 2007, Helsinki (Finlandia). ICES CM 2007/ A:23.
- Fariñas, A.C. y Freire, J. 2006. Morfometría de la cigala (*Nephrops norvegicus* L., 1758) de Galicia (noroeste de España). Boletín del Instituto Español de Oceanografía. 22 (1-4): pp. 41-51.
- Frost, H.S., Andersen, J.L., Hoff, A.G., and Thøgersen, T.T. 2009. The EIAA model: methodology, definitions and model outline. Institute of Food and Resource Economics. University of Copenhagen, Report No 200. 75 pp.
- Gavaris, S. 1989. An adaptive framework for the estimation of population size. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee. Research Document, 88/29. 12 pp.
- Hannesson, R. 2004. *The privatisation of the ocean*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 202pp.
- Hareide, N., G. Garnes, D. Rihan, M. Mulligan, P. Tyndall, M. Clark, P. Connolly, R. Misund, P. McMullen, D. Furevik, O. B. Humborstad, K. Høydal y T. Blasdale. 2005. DEEPNET: A preliminary Investigation on Shelf Edge and Deepwater Fixed Net Fisheries to the West and North of Great Britain, Ireland, around Rockall and Hatton Bank. Norwegian Fisheries Directorate: 47 pp.
- Hilborn, R. 2003. The state of the art in stock assessment: where we are and where we are going. *Scientia Marina*, 67(Suppl. 1): 15-21.
- Hoff, A., Frost, H., Ulrich, C., Damalas, D., Maravelias, C. D., Goti, L. y Santurtún, M. 2010. Economic effort management in multispecies fisheries: the FcubEcon model. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1802-1810.
- ICES. 2000. A multi-fleet deterministic short-term projection program. ICES manual: 37 pp.
- ICES. 2003a. Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks (WGNEPH). ICES CM 2003/ACFM:18: 1420 pp.
- ICES. 2003b. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy (WGMHSA). ICES CM 2004/ACFM:08: 495 pp.
- ICES. 2004. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy (WGMHSA). ICES CM 2005/ACFM:08: 487 pp.
- ICES, 2005. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Stocks of Hake Monk and Megrin (WGHMM). ICES CM 2005/ACFM:02, 880 pp.
- ICES, 2006a. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Stocks of Hake Monk and Megrin (WGHMM). ICES CM 2006/ACFM:29, 792 pp.
- ICES. 2006b. Report of the Working Group on Biology and Assessment of Deep-sea Fisheries Resources. (WGDEEP). ICES CM 2006/ACFM:28, 504 pp.
- ICES. 2006c. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems, 2006. ICES Advice. Books 1 - 10: 1680 pp.
- ICES. 2007a. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Stocks of Hake Monk and Megrin (WGHMM). ICES CM 2007/ACFM:21, 700 pp.
- ICES. 2007b. Report of the working group on the biology and assessment of deep-sea fisheries resources (WGDEEP). ICES CM 2007/ACFM:20: 476 pp.
- ICES. 2007c. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy (WGMHSA). ICES CM2007/ ACFM:31: 725 pp.
- ICES. 2007d. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks (WGSSDS). ICES CM 2007/ACFM:28.
- ICES. 2008. Report of the Study Group on mixed fisheries management (SGMIXMAN). ICES CM 2008/ACOM:23, 63 pp.

- ICES. 2009a. Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWDIST). ICES CM 2009/ACOM:12: 583 pp.
- ICES. 2009b. Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Stocks of Hake, Monk and Megrim (WGHMM). ICES CM 2009/ACOM:08: 537 pp.
- ICES. 2009c. Report of the Workshop on Mixed Fisheries Advice for the North Sea (WGMIXFISH). ICES CM 2009/ACOM:47: 58 pp.
- ICES. 2010a. Report of the Benchmark Workshop on Roundfish (WKROUND). ICES CM 2010/ACOM:36: 181 pp.
- ICES. 2010b. Report of the Benchmark Workshop on Deep-water Species (WKDEEP). ICES CM 2010/ACOM:38: 245 pp.
- ICES. 2010c. Report of the Working Group on the Celtic Seas Ecoregion (WGCSE) ICES CM 2010/ACOM:12: 1424 pp.
- ICES. 2010d. Report of the Working Group on Mixed Fisheries Advice for the North Sea (WGMIXFISH). ICES CM 2010/ACOM:35: 93 pp.
- ICES. 2010e. Report of the ICES Advisory Committee, 2010. ICES Advice, 2010. Books 1 – 11, 1928 pp.
- ICES. 2010f. Chair's Summary of the Annual Meeting of Advisory Working Group Chairs (WGCHAIRS). ICES CM 2010/ACOM:04.
- Kell, L. T., Mosqueira, I., Grosjean, P., Fromentin, J.-M., Garcia, D., Hillary, R., Jardim, E., Mardle, S., Pastoors, M. A., Poos, J. J., Scott, F. y Scott, R. D. 2007. FLR: an open-source framework for the evaluation and development of management strategies. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 640–646.
- Landa, J., Piñeiro, C. y Perez, N. 1996. Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) growth patterns in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 26: 279–294.
- Landa, J., Perez, N. y Piñeiro, C. 2002. Growth patterns of the four spot megrim (*Lepidorhombus boscii*) in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 55: 141–152.
- Landa, J., Duarte, R., y Quincoces, I. 2008. Growth of white anglerfish (*Lophius piscatorius*) tagged in the Northeast Atlantic, and a review of age studies on anglerfish. *ICES Journal of Marine Science*, 65 (1):72–80.
- Laurec, A., Biseau, A., and Charuau, A. 1991. Modelling technical interactions. *ICES Marine Science Symposia*, 193: 225–236
- MAPA. 2004. Operación estadística: “Indicadores económicos del sector pesquero”: Ejercicio 2004. Principales resultados. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias. Servicio de estadística de la Pesca: 79 pp.
- MAPA. 2005. Operación estadística: “Indicadores económicos del sector pesquero”: Ejercicio 2005. Principales resultados. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias. Servicio de estadística de la Pesca: 30 pp.
- MAPA. 2006. “Indicadores económicos de pesca marítima”. Principales resultados: Ejercicio 2006. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias. Servicio de Estadística de la Pesca: 30 pp.
- Marchal, P., Ulrich, C., Korsbrenke, K., Pastoors, M. y Rackham, B. 2002. A comparison of three indices of fishing power on some demersal fisheries of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 604–623.
- Mattiucci, S., Abaunza, P., Ramadori, L. y Nascetti, G. 2004. Genetic identification of *Anisakis* larvae in European hake from Atlantic and Mediterranean waters for stock recognition. *Journal of Fish Biology*, 65(2): 495–510.
- Methot, R. D. 2009. User manual for Stock Synthesis: Model Version 3.04 (Updated September 9, 2009), 159p.
- Murawski, S. A. y Finn, J. T. 1986. Optimal effort allocation among competing mixed-species fisheries, subject to fishing mortality constraints. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43: 90–110.
- ONU. 1994. El enfoque preventivo de la pesca en relación con las poblaciones de peces cuyos territorios se encuentran dentro y fuera de las zonas económicas exclusivas y las poblaciones de peces altamente migratorios. (A/CONF.164/INF/8).
- ONU. 2002. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002. (A/CONF.199/20*). Naciones Unidas, Nueva York, 184 pp.
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *ICNAF Research Bulletin*, 9: 65–74.
- Pope, J. G. y Shepherd, J. G. 1982. A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data. *International Council for the Exploration of the Sea*, 40: 176–184.
- Reeves, S.A., Marchal, P., Mardle S., Pascoe, S., Prellezo, R., Thébaud, O. y Travers, M. 2008. From fish to fisheries: the changing focus of management advice. En: “*Advances in Fisheries Science. 50 years on from Beverton and Holt*”, Ed. A. Payne, J. Cotter y T. Potter. Blackwell Publishing, 135–154.
- Roa-Ureta, R. y Arkhipkin, A. I. 2007. Short-term stock assessment of *Loligo gahi* at the Falkland Islands: sequential use of stochastic biomass

- projection and stock depletion models. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 3–17.
- Roldán, M.I., García-Marín, J.L., Utter, F.M. y Pla, C. 1998. Population genetic structure of European hake, *Merluccius merluccius*. *Nature* 81(3): 327–334.
- Salvanes, A.G. y Kristoffersen, J.B. 2001. Mesopelagic fishes. En “*Encyclopedia of Ocean Sciences*, vol. 3”, Eds. J. Steele *et al.* Academic Press, New York, 1711–1717.
- Shepherd, J.G. 1992. Extended survivors’ analysis; an improved method for the analysis of catch-at-age data and catch-per-unit-effort data. Document de trabajo nº 11 en “*ICES Multispecies Assessment Working Group*”, Junio 1992, Copenhagen (Dinamarca), 22 pp.
- Svetovidov, A.N. 1986. Gadidae. En “*Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean*, Vol II”, Eds. Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J. y Tortonese, E. Unesco, París, 490pp.
- Uiblein, F., Lorange, P. y Latrouite, D., 2003. Behaviour and habitat utilisation of seven demersal fish species on the Bay of Biscay continental slope, NE Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 257: 223–232.
- Ulrich, C., Reeves, S.A. y Kraak, S.B.M. 2008. Mixed Fisheries and the Ecosystem Approach. *ICES Insight*, 45: 36–39.
- Ulrich, C., García, D., Castro, J., Damalas, D., Frost, H., HilleRisLambers, R., Maravelias, C., Reeves S. y Santorum, M.. 2009. Reconciling single-species management objectives in an integrated mixed-fisheries framework for avoiding overquota catches. Main outcomes of the FP6 AFRAME project. ICES CM 2009/M:08, 30pp.
- Villamor, M.B. 2008. La caballa *Scomber scombrus* L., 1758 del Atlántico nordeste: estudio biológico y de la población en aguas del norte y noroeste de la península Ibérica. Tesis Doctoral. Instituto Español de Oceanografía. 2008, 249 pp.
- Whitehead, P.J., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J. y Tortonese, E. 1986. *Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, París, 1362 pp.
- Yande, T. 2003. The challenge of building successful stakeholder organisations: New Zealand’s experience in developing a fisheries co-management regime. *Marine policy*, 27: 179–192.

6. CONCLUSIONES GENERALES

Tradicionalmente, el asesoramiento científico de la gestión pesquera se ha apoyado en **análisis biológicos y económicos** independientes. Por un lado, el asesoramiento biológico se ha centrado en los stocks, contemplando solo de forma incidental las flotas que los explotan en el contexto de la regulación técnica de los artes o los tamaños de malla (Reeves *et al.*, 2008). Por otro lado, el asesoramiento económico generalmente ha considerado solo las flotas, teniendo en cuenta los stocks explotados únicamente para el cálculo de la rentabilidad de los barcos (Frost *et al.*, 2009). Aunque los intentos de integrar ambos aspectos en un mismo análisis mediante el uso combinado de flotas y *métiers* no son nuevos (Laurec *et al.*, 1991), su consideración en un contexto operativo de gestión ha comenzado a emplearse en los foros europeos de asesoramiento científico hace relativamente poco tiempo (CCE, 2009d). Estos dos conceptos son la piedra angular del nuevo marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (DCF), del mismo modo que del método Fcube, así que el desarrollo de esta metodología, tanto desde el punto de vista matemático como del de su aplicación en diferentes regiones pesqueras de aguas de la Unión Europea, resulta especialmente oportuno en un momento de cambios estratégicos en el planteamiento de su gestión.

Los análisis realizados, cuyos resultados han sido expuestos en esta tesis, han permitido profundizar en una serie de cuestiones metodológicas. Por una parte, la inclusión de una función de exención de reducción de esfuerzo en el algoritmo estándar del **método Fcube** ha mostrado las inconsistencias que éste provocaba en la distribución del esfuerzo entre *métiers*. Por otro lado, algunas de las posibilidades que ofrece el empleo de las mortalidades pesqueras parciales con que trabaja este método no habían sido del todo exploradas. La concentración del análisis sobre un subgrupo determinado de flotas dentro del conjunto del sistema pesquero permite centrar la atención sobre determinados segmentos de flota sin necesidad de disponer de la estructura pormenorizada del resto, sin que ello conlleve la alteración de la percepción del conjunto de los stocks. En otro orden de cosas, la integración simultánea de medidas de gestión de captura (TAC) y esfuerzo (TAE) en un mismo escenario de gestión amplía considerablemente las posibilidades predictivas del método Fcube, lo que resulta especialmente interesante en un contexto de gestión tan complejo como el empleado en aguas de la Unión Europea.

Los **diarios de pesca**, a pesar de que fueron originalmente ideados como una herramienta de control de la PPC, son actualmente, junto al sistema de seguimiento satelital conocido como VMS ("*vessel monitoring system*"), la mejor fuente de información sobre el esfuerzo pesquero, tanto para el cálculo de su magnitud como para el análisis de su distribución espaciotemporal. La única laguna en su cobertura, esto es la flota de eslora inferior a 10 m que está exenta de su registro, no merma información en el caso de la flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas

pues, debido fundamentalmente a la distancia del caladero, todos los barcos que la conforman superan dicho umbral. Sin embargo, desde el punto de vista de las capturas, la información recogida en los diarios de pesca debe ser empleada con mayor cautela. Por una parte, confluyen diferentes niveles de imprecisión taxonómica dependiendo del criterio o conocimiento de cada patrón, pero por otra, la declaración de capturas está mucho más expuesta a su manipulación, lo que puede acarrear peores consecuencias con relación a su utilización científica. El rígido mecanismo del actual sistema de TAC y cuotas puede conllevar indirectamente al descarte y, en ocasiones, también a la declaración fraudulenta de las capturas de sobrecuota. No obstante, los resultados de los análisis expuestos en las Secciones 3 y 4 concuerdan en gran medida con el conocimiento científico existente sobre las pesquerías desarrolladas por la flota de estudio, confirmando su utilidad también en el análisis de la captura desembarcada.

La desagregación en **segmentos de flota** teniendo en cuenta tanto los rangos de eslora DCF como el criterio de ordenación de la Administración española resulta más acorde a la actividad y dinámica de la flota del caso de estudio, constituyendo la mejor estructura sobre la que modelar el esquema de distribución de esfuerzo observado en la realidad. La flota española de aguas europeas atlánticas no ibéricas de la modalidad de arrastre presenta buques en los rangos de eslora “24-<40m” y “>40m”, aunque en muy diferente proporción: 96% y 4%, respectivamente. Por su parte, los buques españoles de la modalidad de artes fijas de tonelaje superior a 100 TRB se encuentran en su totalidad dentro del rango de eslora “18-<24m”. Finalmente, los buques de artes fijas menores de 100 TRB se encuentran distribuidos entre los rangos “18-<24m” (40%) y “24-<40m” (60%).

El análisis multivariante de la actividad pesquera de la flota del caso de estudio ha permitido identificar una serie de grupos homogéneos de actividad que, una vez contrastados con la percepción del propio sector extractivo, han facilitado la identificación de *métiers* monoespecíficos. Este elevado grado de desagregación, útil también en otros campos del asesoramiento científico como la obtención de series de CPUE estandarizadas, permite su reagregación de acuerdo a los requerimientos del marco europeo de recopilación de datos pesqueros proporcionando *métiers* DCF. De este modo, obtenemos seis *métiers* DCF de arrastre con puertas, uno de arrastre en pareja, dos de palangre de fondo y dos de enmalle de fondo:

- *Métier* DCF de arrastre de fondo con puertas dirigido a peces demersales en aguas del golfo de Vizcaya (OTB_DEF_70).
- *Métier* DCF de arrastre de fondo con puertas dirigido a peces demersales distintos de merluza en aguas irlandesas externas al coto de juveniles de merluza establecido en sus aguas (OTB_DEF_80).
- *Métier* DCF de arrastre de fondo con puertas dirigido a merluza, así como también a otros peces demersales cuando faena dentro del coto irlandés de protección de juveniles de merluza (OTB_DEF_100).

- *Métier* DCF de arrastre de fondo con puertas dirigido a crustáceos en el sur del banco de Porcupine (OTB_CRU_80).
- *Métier* dirigido a peces demersales y de aguas profundas que faena en el talud oeste de Escocia (OTB_MDD_100).
- *Métier* DCF de arrastre de fondo con puertas dirigido a mezcla de peces demersales y pelágicos en aguas del golfo de Vizcaya (OTB_MPD_70).
- *Métier* de arrastre de fondo en pareja dirigido a peces demersales (PTB_DEF_100).
- *Métier* DCF de palangre de fondo dirigido a peces demersales (LLS_DEF).
- *Métier* DCF de palangre de fondo dirigido a peces de aguas profundas (LLS_DWS).
- *Métier* DCF de enmalle de fondo dirigido a peces demersales que faena en zona VIII, así como en zona VII fuera del coto irlandés de protección de juveniles de merluza (GNS_DEF_100).
- *Métier* DCF de enmalle de fondo dirigido a peces demersales dentro del coto irlandés de protección de juveniles de merluza (GNS_DEF_120).

Una vez los barcos son clasificados en segmentos de flota y su actividad pesquera desagregada en *métiers*, el siguiente paso en un **análisis de gestión de pesquerías mixtas** consiste en integrar las medidas de gestión y los parámetros poblacionales de los stocks explotados. Lamentablemente, a pesar del ingente esfuerzo que tanto ICES como los laboratorios nacionales realizan para proporcionar una sólida base científica a las instituciones comunitarias encargadas de la gestión de los recursos pesqueros, nos encontramos que la mayoría de los más importantes stocks demersales de aguas occidentales europeas se encuentran en una situación de profunda incertidumbre científica. Stocks como los occidentales de gallo del norte y ambos rapes continúan desde 2007 sin una evaluación analítica avalada de sus respectivas poblaciones, a cuya situación hay que sumar el stock norte de merluza desde 2010. La población FU16 de cigala solo dispone de evaluaciones cualitativas, con la excepción de una evaluación analítica exploratoria realizada hace ocho años. No obstante, los análisis de gestión de pesquerías mixtas desarrollados en esta tesis sobre la flota del caso de estudio han permitido diferentes avances. Por una parte, las características del caso de estudio han permitido identificar y subsanar una deficiencia del algoritmo del método Fcube. Por otro lado, a pesar de la deficiente calidad de los parámetros poblacionales de los stocks, la detallada y apropiada segmentación de la actividad de la flota española ha permitido capturar su **dinámica de distribución del esfuerzo** ante determinadas medidas restrictivas de gestión.

Recientemente, ICES ha creado el primer grupo de expertos para la provisión de asesoramiento científico en el campo de la gestión de pesquerías mixtas en 2009: “*Working Group on Mixed Fisheries Advice for the North Sea (WGMIXFISH)*”. Este foro, en principio centrado en las pesquerías demersales del mar del Norte donde la vulnerable situación del bacalao se ve afectada por la explotación de otras especies de la región, prevé ampliar su marco de acción a otras zonas en cuanto estas puedan aportar el

conocimiento base necesario sobre la actividad pesquera de sus respectivas flotas. El trabajo realizado en esta tesis en relación al análisis de la actividad pesquera española de aguas europeas atlánticas no ibéricas permitirá, junto con el realizado por otros Estados miembros sobre sus respectivas flotas, abordar también el **asesoramiento a la gestión de pesquerías mixtas de aguas occidentales europeas**.

GLOSARIO DE ESPECIES

Listado taxonómico de Especies, Géneros y Familias citados a lo largo del trabajo: nombre común en español, nombre científico, autor y código FAO.

Nombre común	Nombre científico	Autor	Código FAO
Abadejo	<i>Pollachius pollachius</i>	Linnaeus (1758)	POL
Alfonsinos	<i>Beryx</i> spp.	Cuvier (1829)	ALF
Argentinas	<i>Argentina</i> spp	Linnaeus (1758)	ARG
Bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>	Risso (1826)	WHB
Bacalao	<i>Gadus morhua</i>	Linnaeus (1758)	COD
Besugo	<i>Pagellus bogaraveo</i>	Brünnich (1768)	SBR
Bocanegra	<i>Epigonus telescopus</i>	Risso (1810)	EPI
Brosmio	<i>Brosme brosmie</i>	Ascanius (1772)	USK
Brótola de fango	<i>Phycis blennoides</i>	Brünnich (1768)	GFB
Brótola de roca	<i>Phycis phycis</i>	Linnaeus (1766)	FOR
Brótolas	<i>Phycis</i> spp.	Artedi (1792)	FOX
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	Linnaeus (1758)	MAC
Calamares	Loliginidae	D'Orbigny (1848)	SQZ
Cazón	<i>Galeorhinus galeus</i>	Linnaeus (1758)	GAG
Cherna	<i>Polyprion americanus</i>	Bloch y Schneider (1801)	WRF
Chicharro	<i>Trachurus picturatus</i>	Bowdich (1825)	JAA
Cigala	<i>Nephrops norvegicus</i>	Linnaeus (1758)	NEP
Congrio	<i>Conger conger</i>	Linnaeus (1758)	COE
Dentones	<i>Dentex</i> spp.	Cuvier (1814)	DEX
Dorada	<i>Sparus aurata</i>	Linnaeus (1758)	SBG
Eglefino	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Linnaeus (1758)	HAD
Faneca	<i>Trisopterus luscus</i>	Linnaeus (1758)	BIB
Fanecas	<i>Trisopterus</i> spp.	Rafinesque (1814)	GAD
Fletán del Pacífico	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Schmidt (1904)	HAP
Gallineta	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	Delaroche (1809)	BRF
Gallinetas nórdicas	<i>Sebastes</i> spp	Cuvier (1829)	RED
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>	Risso (1810)	LDB
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Walbaum (1792)	MEG
Gallos	<i>Lepidorhombus</i> spp.	Günter (1862)	LEZ
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	Linnaeus (1758)	HOM
Jurel mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Steindachner (1886)	HMM
Jureles	<i>Trachurus</i> spp	Rafinesque (1810)	JAX
Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Linnaeus (1758)	BSS

Listado taxonómico de Especies, Géneros y Familias citados a lo largo del trabajo: nombre común en español, nombre científico, autor y código FAO (continuación).

Nombre común	Nombre científico	Autor	Código FAO
Maruca	<i>Molva molva</i>	Linnaeus (1758)	LIN
Maruca azul	<i>Molva macrophthalmia</i>	Rafinesque (1810)	SLI
Marucas	<i>Molva</i> spp.	Lesueur (1819)	LNZ
Mendo	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Linnaeus (1758)	WIT
Merlán	<i>Merlangius merlangus</i>	Linnaeus (1758)	WHG
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>	Linnaeus (1758)	HKE
Mielga	<i>Squalus acanthias</i>	Linnaeus (1758)	DGS
Pailona	<i>Centroscymnus coelolepis</i>	Barbosa & de Brito (1864)	CYO
Palo o arbitán	<i>Molva dypterigia</i>	Pennant (1784)	BLI
Palometa negra	<i>Brama brama</i>	Bonnaterre (1788)	POA
Pargo	<i>Pagrus pagrus</i>	Linnaeus (1758)	RPG
Pejerreyes	Atherinidae	Linnaeus (1758)	SIL
Pez de San Pedro	<i>Zeus faber</i>	Linnaeus (1758)	JOD
Pintarroja	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Linnaeus (1758)	SYC
Potas	Ommastrephidae	Steenstrup (1857)	OMZ
Pulpo	Octopodidae	D'Orbigny (1848)	OCT
Quelvachos	<i>Centrophorus</i> spp.	Müller & Henle (1837)	CWO
Rape blanco	<i>Lophius piscatorius</i>	Linnaeus (1758)	MON
Rape negro	<i>Lophius. budegassa</i>	Spinola (1807)	ANK
Rapes	<i>Lophius</i> spp.	Artedi (1758)	MNZ
Rascacios	<i>Scorpaenidae</i>	Linnaeus (1758)	SCO
Rayas	Rajidae	Linnaeus (1758)	RAJ
Rodaballo	<i>Sophthalmus maximus</i>	Linnaeus (1758)	TUR
Rubios	Triglidae	Linnaeus (1758)	GUX
Sables	Trichiuridae	Linnaeus (1758)	CUT
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>	Linnaeus (1758)	MUR
Salmonetes	<i>Mullus</i> spp.	Linnaeus (1758)	MUX
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>	Linnaeus (1758)	CTC
Visera	<i>Deania calcea</i>	Lowe (1839)	DCA

GLOSARIO DE ZONAS ICES

Listado de códigos de zonas y divisiones ICES en el Atlántico este.

Zona	División	Descripción
I	--	Mar de Barents
II	IIa	Mar de Noruega
	IIb	Spitzberg e Isla de los Osos
III	IIIa	Skagerrak y Kattegat
	IIIb	Sund
	IIIc	Belt
	IIId	Mar Báltico
IV	IVa	Mar del Norte septentrional
	IVb	Mar del Norte central
	IVc	Mar del Norte meridional
V	Va	Islandia
	Vb	Feroe
VI	VIa	Oeste de Escocia (reserva de Clyde)
	VIb	Rockall
VII	VIIa	Mar de Irlanda
	VIIb	Oeste de Irlanda
	VIIc	Porcupine Bank
	VIIId	Mancha oriental
	VIIe	Mancha occidental
	VIIIf	Canal de Bristol
	VIIg	Sureste de Irlanda
	VIIh	Little Sole
	VIIj	Great Sole
	VIIk	Oeste de Great Sole
VIII	VIIIa	Sur Bretaña
	VIIIb	Sur Vizcaya
	VIIIc	Norte y noroccidental de España
	VIIId	Vizcaya central
	VIIIe	Oeste Vizcaya
IX	IXa	Costa de Portugal
	IXb	Oeste de Portugal
X	--	Azores
XII	--	Norte de Azores
XIV	XIVa	Este de Groenlandia
	XIVb	Sureste de Groenlandia

Mapa de zonas y divisiones ICES en el Atlántico este¹



¹ Fuente: http://www.ices.dk/aboutus/icesareas/ICES_areas_Arc9_Weuro_300.pdf.

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

AFRAME	<i>A framework for fleet and area based fisheries management (EU-FP6-044168)</i>
B	Biomasa
Bpa	Biomasa de precaución
CFPO	Censo de Flota de Pesca Operativa
CCPA	Comité Consultivo de Pesca y Acuicultura
CCTEP	Comité Científico, Técnico y Económico de la Pesca (<i>Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries: STECF</i>)
CCR	Consejos Consultivos Regionales
CEE	Comunidad Económica Europea
CLARA	<i>Clustering Large Applications</i>
DCF	Marco comunitario de recopilación de datos pesqueros (<i>Data Collection Framework</i>)
EBM	Gestión basada en el ecosistema (<i>Ecosystem-based management</i>)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>)
F	Mortalidad pesquera
Fcube	<i>Fleet and Fisheries Forecast</i>
Fpa	Tasa de mortalidad pesquera de precaución
FU	<i>Functional Units</i>
GNS	Enmalle de fondo (<i>Set gillnet</i>)
ICES	Consejo Internacional para la Exploración del Mar (<i>International Council for the Exploration of the Sea</i>)
IEO	Instituto Español de Oceanografía
ITQ	Cuotas individuales transferibles (<i>Individual Transferable Quotas</i>)
LCA	<i>Length-based cohort analysis</i>
LLS	palangre de fondo (<i>Set long line</i>)
LOA	Eslora total (<i>Length Over All</i>)
M	Mortalidad natural
MFDP	<i>A multi-fleet deterministic short-term projection program</i>
MRT	<i>Multivariate Regression Tree</i>
MSE	Evaluación de Estrategias de Gestión (<i>Management Strategy Evaluation</i>)
MTAC	<i>Mixed-species TAC evaluation</i>
NEAFC	Comisión de Pesca del Atlántico Nordeste (<i>North East Atlantic Fisheries Comisión</i>)
NAFO	Comisión Internacional para las Pesquerías del Atlántico Noroeste (<i>North Atlantic Fisheries Organization</i>)
OTB	Arrastre de fondo con puertas (<i>Bottom otter trawl</i>)
PAM	<i>Partitioning Around Medoids</i>
PEP	Permiso Especial de Pesca

PPC	Política Pesquera Común
PTB	Arrastre de fondo en pareja (<i>Bottom pair trawl</i>)
PTP	Permiso Temporal de Pesca
RCM	Reunión de Coordinación Regional (<i>Regional Coordination Meeting</i>)
RMS	Rendimiento máximo sostenible
RUM	<i>Random Utility Model</i>
SC	<i>Silhouette coefficient</i>
SGDFF	<i>ICES Study Group for the Development of Fishery-based Forecasts</i>
SGM	Secretaría General del Mar
SGPM	Secretaría General de Pesca Marítima
SMP	<i>Short-term multi-species/fleets stock and catch projections</i>
SS	<i>Stock Synthesis</i>
TAC	Total Admisible de Capturas
TAE	Total Admisible de Esfuerzo
TRB	Toneladas de Registro Bruto
UE	Unión Europea
VMS	Sistema de seguimiento satelital de barcos (<i>Vessel monitoring system</i>)
VPA	<i>Virtual Population Analysis</i>
WKMIXFISH	<i>ICES Workshop on Mixed Fisheries Advice for the North Sea</i>
WKMIXMAN	<i>ICES Workshop on Simple Mixed Fisheries Management Model</i>
XSA	<i>Extended Survivors Analysis</i>
ZEE	Zona Económica Exclusiva

ENCUESTA DE ACTIVIDAD PESQUERA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BUQUE		
1	Datos de la empresa	Nombre: Año de creación: Tipo (grupo empresarial, familiar...):
2	Número de buques	
3	Características técnicas del buque	Nombre: Puerto base: Antigüedad: Eslora total: TRB: kW:
4	Tecnología a bordo	Radar: Sonda: Software de pesca: Telecomunicaciones: Equipos de red:
ACTIVIDAD PESQUERA		
5	Definición de la estrategia pesquera	
6	Caladero principal	
7	Especies objetivo	
8	Características del arte (tipo, malla, nº anzuelos...)	
9	Estacionalidad	
10	Otras estrategias o tácticas pesqueras	Propias: Otros buques:
LOGÍSTICA		
11	Puerto principal de desembarco	
12	Motivo de selección (Ahorro de combustible, precio de venta, optimización de derechos de pesca...)	
13	Puertos de desembarco secundarios	
14	Tipo de descarga en puertos extranjeros (todas las especies, selección según valor de venta...)	

LEGISLACIÓN		
15	Conocimiento de la legislación pesquera comunitaria	
16	Conocimiento de la legislación pesquera española	
17	Medidas de gestión aplicables a su actividad	TAC: Esfuerzo: Talla mínima de desembarco: Malla mínima/Nº de anzuelos: Otras:
18	Licencia de pesca	
19	¿Cuenta con asesores en esta materia?	
OBSERVACIONES		